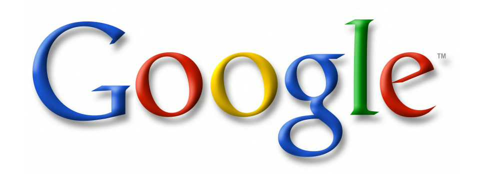
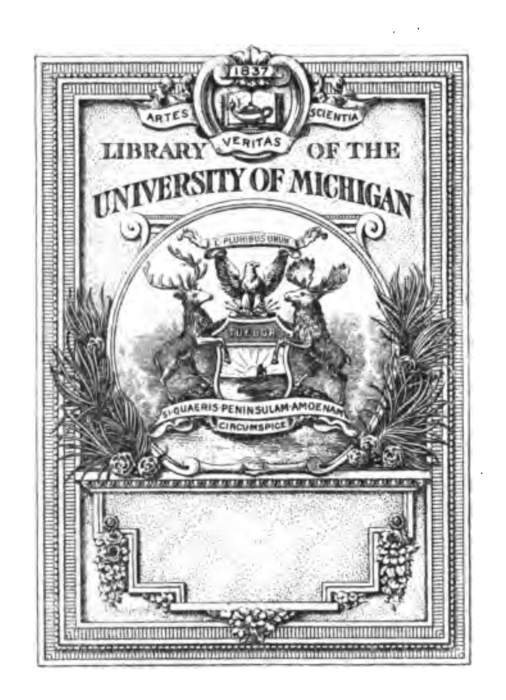
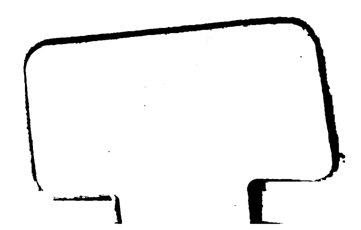

Google


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



Aus der

Praxis der Zuckerindustrie.

Ein Beitrag

zur chemischen Betriebskontrole

in der

Zuckerfabrikation.

Von

OTTO MITTELSTAEDT,

Chemiker der Amstel-Suikerraffinaderij

zu

AMSTERDAM.

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage.

MAGDEBURG.

Verlag von Albert Rathke.

1897.

Vorwort.

Die chemische Betriebscontrole wird in den modernen Zuckerfabriksbetrieben allgemein ausgeübt und die trefflichen Anleitungen zur Untersuchung der Rohmaterialien und der daraus entstehenden Produkte, welche wir besitzen, sind ein beredtes Zeugniss für die Sorgfalt und Aufmerksamkeit, welche diesem Theil der chemischen Wissenschaft entgegenbracht wird.

Das durch die Untersuchungen erhaltene Zahlenmaterial besitzt jedoch einen verhältnissmässig geringen Werth, wenn es nicht zur rechnerischen Betriebscontrole herangezogen, d. h. zur Berechnung der Ausbeuten an den verschiedenen Erzeugnissen und zur Bestätigung der Richtigkeit oder Möglichkeit von erhaltenen Ausbeuten benutzt wird Erst die in diesem Sinne angewandte Zahl bringt den hohen Werth der chemischen Untersuchung zur vollen Geltung.

Wenn man sich vergegenwärtigt, dass beispielsweise durch die Menge und Zusammensetzung der erzeugten Füllmasse I. Produkts, sowie derjenigen des daraus geschleuderten Rohzuckers, auch die Menge und Zusammensetzung des Ablaufsyrups, bezugsweise diejenige der Füllmasse II. Produkts völlig bestimmt ist, indem alle Bestandtheile, welche sich nicht im Zucker finden, in den Ablauf übergegangen sind, und dass man ferner nur den Melassequotienten zu kennen braucht, um die im II. und III. Nachproduktzucker gewonnenen oder ausbringbaren Zuckermengen in überraschend genauer Weise berechnen zu können, so wird man sofort zu der Einsicht gelangen, dass die Kenntniss dieses Zusammenhanges, der uns aus einigen gegebenen Grössen alle anderen finden lässt, von der grössten Bedeutung ist.

Wie nun in der Füllmasse I. Produkts alle anderen Produkte gleichsam in ovo enthalten sind, indem die erstere in die letzteren zerfällt, so muss sich umgekehrt aus der Menge der erzeugten Produkte und ihrer Zusammensetzung, sowie aus dem Gewichtsverhältniss, in welchem sie zur Füllmasse oder den verarbeiteten Rüben stehen, eine Rückberechnung des gesammten Betriebes und somit eine Controle desselben durchführen lassen, wie sie schärfer und schlagender auf anderem Wege nicht ausgeübt werden kann.

Der erste Versuch zur Einführung einer rationellen Betriebsberechnung ist von Suchomel gemacht worden, später haben sich Hulla, Brilka, Schneider und Dr. Claassen um den Ausbau dieses Gebietes und die Anwendung der Methoden verdient gemacht.

Eine die rechnerische Betriebscontrole im Zusammenhang behandelnde Schrift hat vor dem Erscheinen dieses Werkchens nicht bestanden. Der alle Erwartungen übertreffende schnelle Absatz, welchen die erste Auflage trotz ihrer grossen Schwächen gefunden hat, ist der beste Beweis dafür, dass eine solche Arbeit zum Bedürfniss geworden war.

Wenn es dem Verfasser auch nur geglückt ist, das allgemeine Interesse auf einen Gegenstand zu lenken, von dessen enormer Tragweite sich jeder Fachmann, der demselben näher tritt, überzeugen wird, so erblickt er darin den besten Lohn für seine Mühewaltung.

Amsterdam, im November 1896.

Otto Mittelstaedt.

Grundbegriffe.

1. Zucker, Nichtzucker und Quotient.

Alle Rohstoffe, welche zum Zweck der Zuckergewinnung Verwendung finden, die Rübensäfte der Rohzuckerfabriken und die Rohzucker der Raffinerieen, enthalten neben „Zucker“ und „Wasser“ wechselnde Mengen anorganischer und organischer Verbindungen, welche man unter der Bezeichnung „Nichtzuckerstoffe“ oder „Gesammtnichtzucker“ zusammenzufassen pflegt.

Der Wassergehalt ist von keiner wesentlichen Bedeutung für die Fabrikation, da er einerseits durch Verdampfen in den Verdampfkörpern und Vacuen beliebig vermindert werden kann, andererseits aber die Zwischenprodukte durch Zuführen von Wasser leicht auf jeden gewünschten Verdünnungsgrad zu bringen sind.

Den Gehalt eines Produktes an festen Körpern, also die aus Zucker und Nichtzuckerstoffen zu bildende Summe, bezeichnet man als „Trockensubstanz“. Man bestimmt dieselbe nach 2 verschiedenen Methoden:

1. dadurch, dass man ein abgewogenes Quantum mittelst Austrocknens im Trockenschrank bei 105 bis 110^0 Celsius zum völligen Trocknen bringt und aus dem Wasserverlust den procentischen Gehalt des Produkts an Trockensubstanz berechnet. Die so gefundene Zahl stellt die „wirkliche Trockensubstanz (T)“ dar;
2. indem man das specifische Gewicht des Produktes entweder vermittelst des Pyknometers oder des Saccharometers (der Brix- oder Ballingspindel) bestimmt. Diese Methode ist nur für flüssige Produkte anwendbar und liefert keine ganz richtigen Resultate, da die meist vorhandenen Nichtzuckerstoffe die Spindelung oder das

specifische Gewicht in anderer Weise beeinflussen als reine Zuckerlösungen, auf welche die Scala der Saccharometer oder die Tabellen zur Umrechnung der specifischen Gewichte in Gewichtsprocente bezogen sind. Man bezeichnet deswegen die auf diese Weise gefundenen Gehalte an Trockensubstanz als „scheinbare Trockensubstanz (B = Brixgehalt)“.

Das specifische Gewicht oder die Saccharometeranzeige ist nur bei ganz reinen Zuckerlösungen dem Trockensubstanzgehalt direkt proportional. Bei genauen Berechnungen ist allein der wirkliche Trockensubstanzgehalt zu berücksichtigen. Allein in überschläglichen Rechnungen ist es zulässig, Brixgehalt und Trockensubstanz zu identificiren und nur in diesem Fall wird B = T.

Der scheinbare Trockensubstanzgehalt (B) ist stets grösser als der wirkliche (T); es besteht jedoch kein fest bestimmtes Verhältniss dafür und alle für die Umrechnung aufgestellten Factoren, mit denen der scheinbare Nichtzuckergehalt zu multiplieiren ist, sind völlig unbrauchbar. —

Der Zuckergehalt eines Produktes wird nur auf eine Weise, nämlich vermittelst des Polarisationsapparates, bestimmt. Da in den Rübensäften stets neben Zucker noch anderweitige rechtsdrehende Körper vorkommen, so erscheint der Zuckergehalt derselben höher als er thatsächlich ist. —

Um die durch die chemische Untersuchung festgestellte Zusammensetzung von Produkten in einfacher und übersichtlicher Weise darstellen zu können, bedient man sich einer Zeichensprache, welche der chemischen nachgebildet ist. Man bezeichnet:

1	Theil	Trockensubstanz	durch	das	Symbol	T,
1	„	Zucker	„	„	„	Z,
1	„	Nichtzucker	„	„	„	Nz,
1	„	Wasser	„	„	„	W.

Die Anzahl der Gewichtseinheiten, mit welchen die betreffenden Körper an der Mischung betheiligt sind, wird durch eine hinter dem Symbol stehende Zahl angedeutet.

Wird die procentische Zusammensetzung eines Produktes auf diese Weise dargestellt, so setzt man einfach hinter den ganzen Ausdruck das Symbol für Procent = pCt. oder %.

Ergab die Untersuchung eines Diffusionssaftes beispielsweise, dass derselbe in 100 Theilen: 9,5 Theile Trockensubstanz, 8,1 Theile Zucker, mithin 9,5—8,1 = 1,4 Theile Nichtzucker und 90,5 Theile Wasser enthält, so stellt man die Zusammensetzung in folgender Formel dar:

T 9,5 Z 8,1 Nz 1,4 W 90,5 %

Will man dagegen ausdrücken, dass man es mit einer nach bestimmten Gewichtsverhältnissen erfolgten Mischung zu thun hat, deren Bestandtheile zusammengenommen aber nicht 100 Gewichtstheile repräsentiren, so setzt man hinter die Formel ein Zeichen für Gewichtstheile, z. B. Gth.

Bilden also beispielsweise 27 Theile Zucker mit 9 Theilen Nichtzucker und 8 Theilen Wasser einen Syrup, so findet dies in nachstehender Formel einen Ausdruck:

Z 27 Nz 9 W 8 Gth.

Aus der Höhe des Zuckergehaltes eines Produktes kann man keine unmittelbaren Schlüsse auf die Ausbringbarkeit an Zucker ziehen. Der Werth eines Produktes ist nämlich nicht allein von seinem Zuckergehalt abhängig, sondern auch von der Menge des vorhandenen Nichtzuckers, somit also von dem Verhältniss, in welchem sein Gehalt an Trockensubstanz zu seinem Zuckergehalt steht.

Der in den Begriff der Trockensubstanz eingeschlossene Nichtzucker besitzt nämlich die Eigenschaft, gewisse Mengen von Zucker am Krystallisiren zu verhindern, er wirkt mit einem Wort „melassebildend".

Unter Melasse versteht man bekanntlich die, sowohl in Rohzuckerfabriken als Raffinerien entstehenden Endsyrupe, in welchen die Nichtzuckerstoffe derartig angehäuft sind, dass der in der Melasse enthaltene, 47 bis 50% des Gewichtes ausmachende, Zucker durch Krystallisation nicht mehr erhalten werden kann. Die Zuckergewinnung aus Melasse ist nur durch besondere Verfahren (Strontianverfahren, Ausscheidungsverfahren) möglich, durch welche der Zucker in feste Verbindungen mit Strontian oder Kalk übergeführt und so von den Nichtzuckerstoffen, welche in Lösung bleiben, getrennt wird.

Das Verhältniss zwischen Trockensubstanz und Zucker wird stets auf 100 Theile Trockensubstanz berechnet. Man bezeichnet dasselbe als Reinheitsquotient, Reinheit oder Quotient.

Zeichen = Q. Man berechnet den Quotienten aus dem Verhältniss:

$$T\% : Z\% = 100 : Q, \text{ woraus}$$

$$Q = \frac{Z\% \times 100}{T\%}.$$

Der Quotient drückt also den Procentgehalt eines trocken gedachten Produktes an Zucker aus.

Wie man zu unterscheiden hat zwischen „wirklicher" Trockensubstanz und „scheinbarer", so natürlich auch zwischen „wirklichem Quotienten" und „scheinbarem", je nachdem man T oder B in Rechnung zieht.

Obige Gleichung drückt daher den wirklichen Quotienten aus, während der scheinbare (Qs) durch die Gleichung

$$Qs = \frac{Z\% \times 100}{B\%}.$$

dargestellt wird. Da, wie oben bereits bemerkt wurde, die scheinbare Trockensubstanz stets grösser ist als die wirkliche, ist der scheinbare Quotient immer kleiner als der wirkliche.

Beispiel 1. Der Qnotient des oben angeführten Diffusionssaftes von der Zusammensetzung:

T 9,5 Z 8,1 W 90,5 %

berechnet sich demnach zu:

$$Q = \frac{8{,}1 \times 100}{9{,}5} = 85{,}26.$$

Der Saft hat mithin einen Quotienten von 85,26 Einheiten.

Beispiel 2. Ein Rohzucker von 95,6 Polarisation und 1,67 % Wassergehalt, mithin 100 — 1,67 = 98,33 % Trockensubstanz besitzt einen Quotienten von 97,2, denn

$$Q = \frac{95{,}0 \times 100}{98{,}33} = 97{,}2.$$

Aus einem Produkt von 100 Quotient kann unter gewissen Umständen, nämlich durch Eindampfen bei sehr niedriger Temperatur, der gesammte Zucker gewonnen werden, da ja kein Nichtzucker vorhanden ist, der krystallisationshemmende Wirkungen auszuüben vermöchte. Je höher der Nichtzuckergehalt eines Produktes, je niedriger also sein Quotient ist, desto geringer ist auch die zu erwartende Ausbeute.

Aus diesem Grunde ist der Begriff des Quotienten für den Praktiker insofern von grosser Bedeutung, als er einen

Rückschluss auf den ungefähren Werth eines Produktes zulässt. Man kann die Produkte, unter der Voraussetzung, dass dieselben keine abnormalen Verunreinigungen enthalten und namentlich auch in bezug auf die Färbung normal sind, nach der Höhe des Quotienten in nachstehender Weise einreihen: Es liefert ein Produkt:

1. Weisse Consumwaare:				
Ia Raffinade,	bei einem Quotienten von	99,8	bis 99	Einh.
IIa Raffinade,	„ „ „	„ 98,0	„ 96	„
II Melis,	„ „ „	„ 96,0	„ 93	„
2. Rohzucker	„ „ „	„ 93,0	„ 88	„
3. Nachprodukte	„ „ „	„ 80,0	„ 62	„

Das zweite Produkt der Rohzuckerfabriken weist einen Quotienten von 74 — 70 Einheiten auf. Die Füllmasse III. Produkts besitzt eine Reinheit von etwa 64 — 63 Einheiten. Der Ablaufsyrup dieses Produkts bildet alsdann die Melasse von etwa 60 Quotient.

In den Raffinerien bewegt sich der Quotient II. Produkts innerhalb der Grenzen von 80 bis etwa 72 Einheiten. Ein Produkt von 80 Quotient liefert beim Aufarbeiten einen Ablaufsyrup von 67 — 68 Quotient; ein solches von 72 aber einen Syrup von etwa 64 Einheiten. Der Melassequotient beträgt auch hier im grossen Durchschnitt etwa 60 Einheiten.

Aus der Gleichung zur Auffindung des Quotienten:

$$Q = \frac{Z \times 100}{T}, \qquad \text{Gleichung I.}$$

worin Z und T in Procenten ausgedrückt sind, welche man in folgender Weise in Worte fassen kann:

„Der Quotient ergiebt sich aus der 100fachen Polarisation dividirt durch den procentischen Trockensubstanzgehalt," lassen sich zwei weitere Gleichungen ableiten, nämlich:

$$T = \frac{Z \times 100}{Q}, \qquad \text{Gleichung II.}$$

in Worten: Die Trockensubstanz berechnet sich aus der 100fachen Polarisation, dividirt durch den Quotienten, und ferner die Gleichung

$$Z = \frac{T \times Q}{100} \qquad \text{Gleichung III.}$$

d. h. bei der Voraussetzung, dass Trockensubstanz und Quotient

bekannt sind, findet man den gesuchten Zuckergehalt eines Produktes, indem man Trockensubstanz mit Quotient multiplicirt und das Produkt durch 100 dividirt.

Beispiel zu Gleichung II. Eine Rohzuckerfüllmasse habe einen Zuckergehalt von 86,4 % bei einem Quotienten von 90,6 Einheiten Welchen Trockensubstanzgehalt muss dieselbe aufweisen?

Durch Einsetzung der Werthe in die Gleichung II. erhalten wir:

$$\frac{86,4 \times 100}{90,6} = 95,36 \text{ \% Trockensubstanz.}$$

Die Füllmasse hat mithin 100 — 95,36 = 4,64 % Wasser.

Beispiel zu Gleichung III. Eine Füllmasse II. Produkts habe einen Wassergehalt von 9,8 %; ihr Quotient sei = 73,6 Einheiten. Welchen Zuckergehalt muss sie besitzen?

$$Z = \frac{90,7 \times 73,6}{100} = 66,75 \text{ \% Zucker.}$$

2. Die Fabrikationsverluste.

Nächst dem mehr oder minder günstigen Verhältniss zwischen Trockensubstanz und Zuckergehalt der in die Betriebe eingeführten Rohprodukte, sind die Fabrikationsverluste der wesentlichste Faktor, durch welchen die Ausbeuten bestimmt werden. Als Zuckerverluste, Fabrikationsverluste bezeichnet man bekanntlich diejenigen Zuckermengen, welche während der Verarbeitung des Rohmaterials entweder mit den Abfallstoffen aus den Betrieben ausgeschieden werden, oder durch chemische Vorgänge Veränderungen erleiden.

Die Fabrikationsverluste sind mithin entweder:

1. mechanische Verluste, oder
2. chemische Verluste.

Zu den letzteren gehören auch die sogenannten „Polarisationsverluste“, welche in den Rohzuckerfabriken aus der Anwesenheit fremdartiger rechtsdrehender organischer Sub-

stanzen entstehen, die den Zuckergehalt der Säfte höher erscheinen lassen als er thatsächlich ist, bei der weiteren Behandlung der Säfte aber theilweise ausgeschieden, theilweise zersetzt werden.

1. Mechanische Verluste

Da sich der Zuckergehalt der Abfallprodukte durch Untersuchung leicht bestimmen, somit die durch die mechanischen Verluste dem Betriebe entzogenen Zuckermengen mühelos und genau feststellen lassen, so fasst man dieselben auch unter der Bezeichnung „bekannte, bestimmbare oder nachweisbare Verluste" zusammen.

Dieselben sind in den Rohzuckerfabriken naturgemäss ziemlich bedeutende, da grosse Quantitäten von Abfallprodukten aus dem Betriebe auszuscheiden sind.

100 Theile verarbeiteter Rüben ergeben ca 90—95 Theile nasser ungepresster Schnitzel, welche einen mittleren Zuckergehalt von 0,35 % haben. Es entstehen somit ∾ 0,30 % Zuckerverluste auf Rüben berechnet.[1])

Bei einem Gehalt der Rüben an 13,2 % Zucker und der Schnitzel an 0,35 % gehen von je 13,2 Theilen Zucker ∾ 0,3 Theile verloren, daher auf 100 Theile Zucker berechnet = 2,27 %, denn

$$13{,}2 : 0{,}3 = 100 : x = 2{,}27.$$

Durch die Schnitzel entstehen bei dieser Voraussetzung also 0,3 % Zuckerverluste auf Rüben, und 2,27 % Verlust auf Zucker berechnet.

Einer weiteren Auslaugung stünde zwar nichts im Wege, sie ist aber im Allgemeinen nicht anzustreben, da die Säfte dadurch erstens ausserordentlich verdünnt werden, so dass der Zuckergewinn die durch die Verdampfung entstehenden Unkosten nicht mehr deckt, zweitens aber bei weit getriebener Auslaugung grosse Mengen von Nichtzuckerstoffen in Lösung gehen, welche eine Quotientenverschlechterung der Säfte herbeiführen.

Welche grossen Differenzen die Quotienten von Säften derselben Diffusionsbatterie aufweisen, zeigt folgendes Beispiel:

---

[1]) ∾ ist das mathematische Zeichen für ähnlich und bedeutet hier stets „annähernd oder etwa".

Saft aus dem ersten Diffuseur:

T 9,8 Z 8,4 Nz 1,4 % Q = 85,73.

Saft aus dem letzten Diffuseur:

T 0,62 Z 0,29 Nz 0,33 % Q = 46,6.

In je 100 Theilen der aus dem ersten Diffuseur entstammenden Safttrockensubstanz waren mithin 85,73 % Zucker, des letzten aber nur 46,6 % Zucker enthalten.

Nächst den Schnitzeln bildet der bei der Saturation entstehende Schlamm eine Hauptverlustquelle.

Die Menge des bei der Anwendung von etwa $2\,^1/_2$ % Kalk auf Rüben entstehenden Schlammes berechnet man in folgender Weise: Aus 2,5 kg Kalk (Ca 0) entstehen durch die Ueberführung in kohlensauren Kalk 4,64 kg Calciumcarbonat.

$$\mathrm{Ca\,0} : \mathrm{CaCO_3} = 2{,}5 : x$$
$$56 : 100 = 2{,}5 : 4{,}64.$$

Durch die Saturation gelangen erfahrungsgemäss ∾ 40 bis 50 % des Nichtzuckers zur Abscheidung. Hat der Diffusionssaft die oben angegebene Zusammensetzung des Saftes aus dem ersten Diffuseur, also 1,4 % Nichtzucker, so werden, da 100 Theile Rüben ∾ 165 Theile Dünnsaft liefern,

$$\frac{1{,}65 \times 1{,}4 \times 45}{100} = 1{,}04 \text{ Theile}$$

Nichtzucker ausgefüllt. Die Trockensubstanz des Schlammes wird, abgesehen von den Verunreinigungen des Kalkes sowie vom Zuckergehalt, aus

	4,64 kg	Calciumcarbonat und
	1,04 „	gefällten Nichtzuckers
zusammen =	5,68 kg	

bestehen für je 100 kg verarbeiteter Rüben. Da feuchter Schlamm ∾ 50 % Wasser enthält, so entspricht dies einer Menge von ∾ 11,4 Theilen Saturationsschlamm

Nehmen wir den mittleren Gehalt des Schlammes an Zucker zu 2 % an, so ist der Verlust im Schlamm auf 100 Rüben ∾ 0,25 %, denn

$$\frac{11{,}4 \times 2}{100} = \sim 0{,}25.$$

Dieser Verlust lässt sich durch gutes Absüssen des Schlammes erheblich vermindern; selbst die kostspieligste Auf-

stellung einer genügend grossen Anzahl von Filterpressen macht sich deshalb sehr bald bezahlt.

Von den in den Rohzuckerfabriken entstehenden mechanischen Verlusten sind schliesslich die durch das Abdruckwasser der Diffuseure veranlassten Verluste zu erwähnen, die sich im grossen Durchschnitt auf ∼ 0,1 % auf Rüben berechnet belaufen.

Die Zusammenstellung der mechanischen Verluste in den Rohzuckerfabriken ergiebt daher auf Rüben bezogen:

Aus Diffusions-Rückständen	∼ 0,30	%
„ Saturations-Schlamm	∼ 0,25	„
„ Abdruckwasser	∼ 0,10	„
Zusammen	∼ 0,65	%

Die im Raffineriebetriebe entstehenden mechanischen Verluste betragen etwa 0,5 % des eingeführten Rohzuckers. Sie sind hauptsächlich in den den Rohzuckersäcken anhaftenden Zuckermengen (∼ 0,1 %), sowie in den durch die Filtration entstehenden Verlusten zu suchen.

2. Chemische Verluste.

Die chemischen Verluste lassen sich auf zwei verschiedene Ursachen zurückführen. Sie sind nämlich entweder aus der Anwesenheit von Substanzen zu erklären, welche wie der Zucker rechtsdrehende Eigenschaften besitzen, im Verlauf des Betriebes aber ausgeschieden oder zersetzt werden (Polarisationsverluste), oder aber sie werden durch die Zucker zerstörende gleichzeitige Einwirkung der Wärme und des Wassers veranlasst.

Die Polarisationsverluste machen sich nur in den Rohzuckerfabriken bemerkbar, während die Zuckerzersetzung sowohl bei der Herstellung des Rohzuckers als bci der Raffination desselben eintritt.

Da die Ermittelung der Grösse dieser Verluste mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft ist, so werden sie häufig auchals „nicht bestimmbare, nicht nachweisbare oder unbekannte Verluste“ bezeichnet.

Die Polarisationsverluste sind nur scheinbare Zuckerverluste. Man pflegt sie mit den durch die Zuckerzerstörung herbeigeführten Verlusten zusammenzufassen.

Die Zersetzungen, welche der Zucker erfährt, wickeln sich höchst wahrscheinlich in folgender Weise ab: Der Zucker zerfällt bei der zum Verkochen der Säfte unbedingt erforderlichen höheren Temperatur unter Wasseraufnahme in seine beiden Componenten Glukose und Fruktose, welche die Bestandtheile des Invertzuckers bilden. Hierbei bleibt die Zersetzung aber nicht stehen, sondern ein Theil des Invertzuckers wird infolge der Ueberhitzung im Entstehungszustande in sauer reagirende Produkte, hauptsächlich in Ameisensäure, Essigsäure, Kohlensäure, Milchsäure, Glucin- und Apoglucinsäure sowie in Caramel übergeführt. Das Auftreten der sauren Reactionsprodukte bedingt die Nothwendigkeit, alle zu verkochenden Zuckersäfte in schwach alkalischem Zustande zu erhalten. Die Alkalien binden die Säuren sofort zu neutralen Salzen, welche keine invertirenden Wirkungen mehr auszuüben im stande sind.

Durch die weitere Einwirkung der Alkalien auf Invertzucker und Caramel werden auch noch huminsaure Salze gebildet.

Die Menge des zerstörten Zuckers ist abhängig von der Höhe der Temperatur und der Dauer der Wärmewirkung. Sie beträgt im Raffinerie-Grossbetriebe annähernd 0,55 % des eingeführten Zuckers.

Aus diesem zerstörten Zucker werden, wie wir sahen, Nichtzucker gebildet und zwar entstehen aus je 95 Theilen Zucker 100 Theile Invertzucker, welche weiterhin durch die Aufnahme von Alkalien ungefähr 105 Theile Gesammtnichtzucker liefern. Da man auf jeden Fall berechtigt ist anzunehmen, dass alle Nichtzuckerstoffe zur Melassebildung beitragen, so muss die aus chemischen Zersetzungen herrührende Menge an Nichtzucker dieselbe Berücksichtigung finden als der in den Rohsäften oder Rohzuckern in die Betriebe eingeführte Nichtzucker, d. h. wir müssen demselben gleichfalls melassebildende Eigenschaften zuschreiben.

Da die chemischen Verluste im Raffineriebetriebe etwa 0,55 % des Rohzuckers betragen, so werden daraus ~ 0,6 % Gesammtnichtzucker entstehen, um welchen Betrag der Nichtzuckergehalt des eingeführten Rohzuckers zu vermehren ist.

Im Rohzuckerfabrikationsbetriebe belaufen sich die chemischen Verluste, einschliesslich der Polarisationsverluste, auf 0,6 % der eingeführten Rüben. Davon dürften ∼ 0,1 % auf die Zerstörung von Zucker entfallen, wenn man aus den chemischen Verlusten der Raffinerien einen Rückschluss ziehen will.

Schliesslich sei hier noch ein geringer, durch die mit dem Wasser in die Betriebe gelangenden Salze entstehender Verlust erwähnt, den man jedoch meistens wird vernachlässigen können. Auch die beim Verkochen der Säfte durch Ueberreissen entstehenden Verluste sind bei den heutigen Einrichtungen meist unbedeutend.

Zusammenstellung.

Die Gesammtverluste betragen nach obigen Annahmen:

In den Rohzuckerfabriken auf je 100 Theile Rüben:

A. Mechanische Verluste:	
durch Diffusions-Rückstände	∼ 0,30 %,
„ Saturations-Schlamm	∼ 0,25 „
„ Abdruckwasser	∼ 0,10 „
B. Chemische und Polarisationsverluste	∼ 0,60 „
Zusammen =	∼ 1,25 %

In den Raffinerien: Auf 100 Theile Rohzucker:

Mechanische Verluste	∼ 0,50 %
Chemische „	∼ 0,55 „
Zusammen =	∼ 1,05 %.

Verarbeitet eine Rübenzuckerfabrik daher Rüben von 13,5 % Zuckergehalt, so werden annähernd in allen Produkten zusammengenommen 13,5 — 1,25 = 12,25 chemisch reiner Zucker zu gewinnen sein.

Eine Raffinerie dagegen, welche Produkte von 95,3 % Polarisation verarbeitet, wird höchstens 95,3 — 1,05 = 94,25 % Zucker, einschliesslich des in der Melasse enthaltenen, wiedergewinnen können.

3. Das Rendement.

Während in der Rohzuckerfabrikation die Ausholbarkeit an Zucker aus der Rübe von ausserordentlich vielen Factoren abhängig ist, so dass jede Calculation hinfällig wird, aus welchem Grunde man die Zuckerausbeute einfach aus dem Gewicht der erzeugten Füllmasse und ihrer Zusammensetzung ermittelt, ist im Raffineriebetriebe die aus einem Rohprodukt bekannter Zusammensetzung zu gewinnende Menge an weisser Consumwaare ein durchaus fest bestimmter Begriff, das sogenannte Rendement. Da dasselbe beim Einkauf des Rohzuckers die Basis für die Bewerthung bildet und an den praktischen Raffinadeur die Anforderung gestellt wird, das theoretisch ermittelte Rendement thatsächlich auszubringen, so ist ohne alle weiteren Auseinandersetzungen deutlich, von welcher hervorragenden Wichtigkeit die Rendementsfrage für die betheiligten Kreise ist.

Die bis vor einigen Jahren allgemein und im Welthandel heute noch übliche Methode zur Bestimmung des Rendements beruht auf der Annahme, dass die in den Rohzuckern enthaltenen Salze das melassebildende Element darstellen. Die Ermittelung der Salze geschieht, indem man eine Probe des Rohzuckers nach der bekannten Scheibler'schen Schwefelsäuremethode in einem flachen Platinschälchen verascht und die gefundene Sulfatasche durch Multiplication mit dem Coëfficienten 0,9 auf Carbonate (kohlensaure Salze) umrechnet. Der so bestimmte Aschengehalt wird mit 5 multiplicirt und von der Polarisation des Rohzuckers in Abzug gebracht, da die weitere Annahme gemacht wird, dass 1 Theil Salze 5 Theile Zucker an der Krystallisation verhindert und in die Melasse überführt. Man bezeichnet diese Methode als „Aschenrendement."

Hat ein Rohzucker folgende Zusammensetzung:

Polarisation = 95,6, Salze 1,2, Organ. Nichtzucker 1,32, Wasser 1,88 %, so berechnet sich sein Raffinationswerth zu 95,6 — (5 × 1,2) = 89,6 %.

Das Aschenrendement ist von Monnier, dem ehemaligen Chemiker der Say'schen Raffinerie zu Paris, auf die Thatsache begründet worden, dass sich in den Melassen dieser Raffinerie

ein ziemlich constantes Verhältniss zwischen unorganischen Salzen und Zuckergehalt fand und zwar entfielen auf 1 Theil kohlensaurer Salze etwa 5 Theile Zucker. Es ist von Wichtigkeit, dass der Aschencoëfficient 5 sämmtliche mechanischen und chemischen Verluste einschloss; dies geht unzweifelhaft aus Monniers Aeusserung hervor: „Wenn die praktische Ausbeute nicht mit der theoretischen übereinstimmte, wurde dies auf Zuckerverluste infolge mangelhaften Absüssens der Filter oder auf die Behandlung der rückständigen Knochenkohle geschoben. Beide Ursachen können bei fehlerhafter Arbeit einen Verlust von mehr als 1 % des eingeführten Rohzuckers bedingen. Ist die Arbeit sehr glatt gegangen, so muss das Gewicht des raffinirten Zuckers plus dem der Melasse gleich dem des eingeführten Rohzuckers sein.[1]) (Siehe Dr. Al. Herzfeld: „Ueber die zweckmässigte Art der Werthschätzung des Rohzuckers." Zeitschrift des Vereins für die Rübenzuckerindustrie. März 1892 S. 215.)

Trotzdem durch zahlreiche Arbeiten nachgewiesen ist, dass die Salze nicht allein die Melassebildner sind, sondern dass der organische Nichtzucker des Rohproduktes mindestens gleich stark melassebildende Wirkungen ausübt, dass ferner das Verhältniss von 1 Salzen zu 5 Zucker sich durchaus nicht in allen Melassen vorfindet, so hat sich das Aschenrendement dennoch siegreich behauptet. Nach den Erfahrungen, welche im Grossbetriebe gemacht wurden, giebt nämlich das Aschenrendement die thatsächliche Ausbeute an weisser Waare aus Zuckern, welche auf 1 Theil Salze etwa 1,25 Theile organischer Nichtzucker enthalten, ziemlich genau an. Bei einem höheren Verhältniss z. B. 1 Salze zu 1,4 organischen Nichtzuckers ist dasselbe jedoch nicht mehr auszubringen.

Da vor einigen Jahren in Deutschland häufig Rohzucker in den Handel gelangten, welche auf 1 Salze 1,5 bis 1,7 organischen Nichtzuckers enthielten, so wurde vom Verein deutscher Raffinadeure ein anderes Verfahren der Rendementsbestimmung aufgestellt, welches den gesammten im Rohzucker

[1]) Der Fall, dass das Gewicht des raffinirten Zuckers und das der Melasse dem des Rohzuckers gleich sind, dürfte nur selten zu erreichen sein. Gewöhnlich findet ein Massenverlust von ~ 0,5 bis 1,5 % des Rohzuckers statt.

enthaltenen Nichtzucker berücksichtigte, indem man denselben mit dem Coëfficienten $^1/_4$ multiplicirte und von der Polarisation in Abzug brachte. Man hoffte so zu Werthen zu gelangen, welche der wahren Ausbringbarkeit besser entsprechen sollten als die auf Grund des Aschenrendements ermittelten Ausbeuten, während zugleich für normale I Produkte erhebliche Abweichungen nicht zu erwarten sein sollten. Man nannte diese Methode das „Nichtzuckerrendement". Unter einem normalen I Produkt nahm man einen Rohzucker an, dessen Ausbringbarkeit ungefähr der durch das Aschenrendement bestimmbaren Ausbeute entsprach, der mithin auf 1 Theil Salze 1,25 Theile organischen Nichtzucker enthielt, denn:

$$1 \text{ Salze} \times 5 = 5 \text{ und}$$

$$(\underbrace{1 \text{ Salze} + 1{,}25 \text{ org. Nz}}_{2{,}25 \text{ Gesammtnichtzucker}}) \times 2^1/_4 = 5{,}0625.$$

In beiden Fällen werden somit auf 1 Salze ∾ 5 Zucker in Abzug zu bringen sein von der Polarisation.

Für den oben gewählten Zucker von 95,6 Polarisation und 2,52 % Gesammtnichtzucker berechnet sich das Rendement zu:

$$95{,}6 - (2{,}52 \times 2^1/_4) = 89{,}93,$$

ist also erheblich höher als das Aschenrendement, welches nur 89,6 % beträgt. Es hat dies seinen Grund darin, dass das Verhältniss von Salzen zu organischem Nichtzucker ein niedriges ist = 1 : 1,1, indem auf 1,2 Salze nur 1,32 org. Nichtzucker kommen. Einen derartig zusammengesetzten Zucker bezahlt der Raffinadeur nach dem Nichtzuckerrendement erheblich höher als nach dem Aschenrendement und dieser Fall tritt stets ein, wenn das Verhältniss von 1 Salzen zu 1,25 organischen Nichtzucker nicht erreicht wird. Das Interesse der Rohzuckerfabrikanten brachte es nun aber mit sich, dass nur Zucker mit geringem organischen Nichtzuckergehalt producirt wurden und da dies durch eine verlängerte Einwirkung des Kalkes in der Scheidung und eine sorgfältige Saturation der Säfte leicht zu erreichen war, so verschwanden die Rohprodukte mit hohem organischen Nichtzuckergehalt völlig. Jetzt trat aber der Umstand ein, dass der deutsche Raffinadeur den Rohzucker theurer bezahlte als nach dem Aschenrendement und es stellte sich ferner heraus, dass das theoretische Nichtzuckerrendement

aus derartig zusammengesetzten Rohzuckern in der Praxis nicht auszubringen war. Bei der Aufstellung des Nichtzuckercoëfficienten hatte man nämlich übersehen, dass durch die Einwirkung der Wärme und des Wassers, wie wir bei Besprechung der chemischen Verluste sahen, aus Zucker Nichtzuckerstoffe gebildet werden, welche gleichfalls als Melassebildner auftreten. Aus diesen Gründen erwies sich das Nichtzuckerrendement bald als unhaltbar und man kehrte nun wieder zum Aschenrendement zurück. Dieser Zustand dürfte solange vorhalten als die unter dem Drucke des Nichtzuckerrendements erzeugten besseren Rohzucker, trotzdem es eine anerkannte Thatsache ist, dass das Aschenrendement jeder wissenschaftlichen und praktischen Begründung entbehrt.

Zum Schluss sei hier eine Methode angegeben, welche in klarer durchsichtiger Weise alle die Ausbringbarkeit beeinflussenden Factoren zu erkennen gestattet.

Der Raffinationswerth eines Produktes muss sich ergeben, wenn man von dem Zuckergehalt desselben die in einem normalen Betriebe unvermeidlichen mechanischen und chemischen Verluste, zugleich aber auch diejenige Zuckermenge in Abzug bringt, welche der mit dem Rohmaterial eingeführte Gesammtnichtzucker, sowie der durch die chemischen Verluste neugebildete Nichtzucker zur Melassebildung erfordert.

Es müssen somit constante Grössen vereinbart werden einmal für die Höhe der Verluste, welche bei Voraussetzung normaler Produkte in einem normalen Betriebe zulässig erscheinen, weiterhin muss aber ein Verhältniss für die melassificirende Wirkung des Nichtzuckers aufgestellt werden. Nimmt man beispielsweise an, dass die mechanischen Verluste des Raffineriebetriebes 0,5 % vom eingeführten Rohzucker betragen, und dass durch die chemischen Zersetzungen 0,55 % von dem eingeführten Zucker zerstört werden, welche in 0,6 % Gesammtnichtzucker übergehen, dass fernerhin der zulässige Melassenquotient 60 Einheiten betragen, somit 1 Theil Gesammtnichtzucker $\frac{60}{40} = 1,5$ Theile Zucker in die Melasse überführen darf, so berechnet sich der Raffinationswerth eines Rohzuckers von gegebener Zusammensetzung in folgender Weise:

95,6 Polarisation, 1,2 Salze, 1,5 org. Nichtzucker, 1,7 Wasser.

Polarisation		95,6 %
Ab Verluste:		
mechanische = 0,5		
chemische = 0,55	. .	1,05 „
		94,55 %
Gesammtnichtzucker:		
im Rohprodukt		2,7 %
aus chem. Verlusten . . .		0,6 „
		3,3 %

Mithin sind unter obigen Voraussetzungen:

$$94{,}55 - (3{,}3 \times 1{,}5) = 89{,}6\ \%$$

an weisser Consumwaare auszubringen.

In dem hier gewählten Rohzucker sind auf 1 Theil Salze 1,25 Theile organischen Nichtzuckers enthalten. Der Zucker ist mithin als normal im Sinne des Aschenrendements zu betrachten. Letzteres beträgt gleichfalls 89,6 %, denn 95,6 — (1,2 × 5) = 89,6.

Folgende kleine Tabelle enthält die Werthe, welche sich bei Anwendung der verschiedenen Methoden zur Berechnung des Rendements für einen Zucker von gleichbleibender Polarisation und einem constanten Aschengehalt, jedoch variabelen Gehalt an organischem Nichtzucker, ergeben:

Polarisation	Salze	Organischer Nichtzucker	Verhältniss von Salzen zu organ. Nichtzucker	Aschen-Rendement	Nichtzucker-Rendement	Praktisches Rendement
95,6	1,2	1,26	1 : 1,05	89,60	90,06	89,96
95,6	1,2	1,32	1 : 1,1	89,60	89,93	89,87
95,6	1,2	1,44	1 : 1,2	89,60	89,66	89,69
95,6	1,2	1,50	1 : 1,25	89,60	89,525	89,60
95,6	1,2	1,56	1 : 1,3	89,60	89,39	89,51
95,6	1,2	1,68	1 : 1,4	89,60	89,23	89,33
95,6	1,2	1,8	1 : 1,5	89,60	88,85	89,15

Die unter der Rubrik „praktisches Rendement“ aufgeführten Werthe sind nach der zuletzt angegebenen Methode berechnet. Für Zucker, welche das Verhältniss 1 Salze zu

1,25 org. Nichtzucker aufweisen, fallen die nach allen drei Methoden berechneten Raffinationswerthe fast zusammen. Dagegen bewegt sich das praktische Rendement sowohl bei steigendem als fallendem Verhältniss von Salzen zu organischem Nichtzucker zwischen Aschen- und Nichtzuckerrendement, eine Erscheinung, welche in den Ergebnissen des Grossbetriebes ihre Bestätigung findet.

Das praktische Rendement hat den weiteren Vortheil, dass es auch für Nachprodukte ohne Abänderung anwendbar ist.

Die Berechnung desselben kann in folgenden mathematischen Ausdruck gebracht werden:

$$R = P - 1,05 - (0,6 + Nz)\ 1,5$$

oder nach dem Zusammenziehen der Constanten:

$$R = P - 1,95 - (Nz \times 1,5).$$

In dieser Formel bezeichnet:

R das zu berechnende Rendement eines Rohproduktes,

P die Polarisation desselben,

Nz den in dem Rohmaterial enthaltenen unorganischen und organischen Nichtzucker, also den Gesammtnichtzuckergehalt desselben.

Allgemeine Rechnungsverfahren.

1. Umrechnung von gemessenen Produkten mit bekanntem specifischen Gewicht auf absolutes Gewicht.

Maasseinheit ist das Kubikmeter (cbm).

1 cbm Wasser = 1000 Liter = 1000 Kilogramm (k).

1 „ „ = 10 Metercentner à 100 k.

1 „ „ = 20 Centner à 50 k.

1 cbm Saft (Füllmasse od. dergl.) = Spec. Gew. $\times$ 1000 in Kilogr.
1 „ „ „ „ = Spec. Gew. $\times$ 10 in Metercent.
1 „ „ „ „ = Spec. Gew. $\times$ 20 in Centnern ausgedrückt.

Beispiel: 12,84 Kubikmeter Dicksaft von 51,2 Brixgraden wiegen, da nach den bekanntenTabellen ein solcher Saft das specifische Gewicht von 1,23943 hat,

$$12{,}84 \times 1{,}23943 \times 10 = 159,\ 143 \text{ Metercentner oder}$$
$$12{,}84 \times 1{,}23943 \times 20 = 318{,}246 \text{ Centner.}$$

Beispiel 2. 59,3 Kubikmeter Füllmasse II. Produkts von 88 % Brixgehalt wiegen, da das specifische Gewicht der Masse = ∾ 1,47 ist,

$$59{,}3 \times 1{,}47 \times 10 = \sim 872 \text{ Metercentner oder}$$
$$69{,}3 \times 1{,}47 \times 20 = \sim 1744 \text{ Centner.}$$

2. Umrechnung von Saftgewichten auf Trockensubstanz oder Füllmassengewicht.

Man findet das Gewicht der in einer bekannten Produktmenge enthaltenen scheinbaren Trockensubstanz (G Ts) aus dem Verhältniss:

$$100 : \text{Brixgehalt} = \text{Produktgewicht} : x$$

oder, indem man den Brixgehalt (B) des Produktes mit dem Gewicht desselben (G) multiplicirt und den erhaltenen Werth durch 100 dividirt.

$$\frac{B \times G}{100} = G\ Ts. \qquad \text{Gleichung IV.}$$

Beispiel. Welches Gewicht an scheinbarer Trockensubstanz haben die im vorigen Beispiel 1 berechneten 159,143 Metercentner Dicksaft von 51,2 % Brixgehalt?

$$\frac{159{,}143 \times 51{,}2}{100} = 81{,}481 \text{ Mtcr.}$$

Aus dem Gewicht der scheinbaren Trockensubstanz G B einer Produktmenge findet man alsdann die aus demselben entstehende Menge an Füllmasse von einem gegebenen Wassergehalt (G F), wenn man das Gewicht der Trockensubstanz mit 100 multiplicirt und das Produkt durch den Brixgehalt

der **Füllmasse** (F B) dividirt, oder. aus dem Verhältniss: F B : 100 = G B : x.

$$\frac{GB \times 100}{FB} = GF, \qquad \text{Gleichung V.}$$

Beispiel. Wieviel Füllmasse von 92,8 Brixgehalt, somit 7,2 % Wassergehalt, entstehen aus 81,481 Metercentnern Trockensubstanz?

$$\frac{81{,}481 \times 100}{92{,}8} = \sim 87{,}80 \text{ Mctr.}$$

Das **Füllmassengewicht** erhält man aber auch direkt aus dem Saftgewicht (G S), indem man dasselbe mit dem Brixgehalt des Saftes (S B) multiplicirt und das Produkt durch den Brixgehalt der Füllmasse dividirt, oder aus dem Verhältniss: F B : S B = G S : x

$$\frac{SB \times GS}{FB} = GF. \qquad \text{Gleichung VI.}$$

Beispiel. 159,143 Metercentner Dicksaft von 51,2 % Brixgehalt ergeben zu Füllmasse von 92,8 Brixgehalt verkocht ~ 87,80 Metercentner, denn

$$\frac{51{,}2 \times 159{,}143}{92{,}8} = \sim 87{,}80 \text{ Mctr.}$$

Setzt man in diese Gleichungen statt der Spindelung oder statt des Brixgehaltes der Produkte den durch Eindampfen und Trocknen ermittelten Gehalt an wirklicher Trockensubstanz ein, so erhält man an Stelle der scheinbaren Gewichte der Gleichungen die wirklichen Gewichte.

3. Umrechnung von Dünnsäften mit bekanntem specifischen Gewicht oder mit bekannter Spindelung, auf Dicksäfte, Füllmassen und umgekehrt. (Nach Hugo Jelinek.)

Es bedeutet:

G_1 = Gewicht des leichteren Saftes in Kilogrammen,

s_1 = specifisches Gewicht oder Spindelung (Brixgehalt) des leichteren Saftes,

G_2 = Gewicht des dichteren Saftes oder der Füllmasse,
s_2 = specifisches Gewicht oder Brixgehalt des Dicksaftes oder der Füllmasse,
W = zu verdampfendes Wasser in Kilogrammen.

Die Berechnung erfolgt nach folgenden Formeln:

$G_1 = \frac{G_2 \, s_2}{s_1}$ Gleichung VII. $s_2 = \frac{s_1 \cdot G_1}{G_2}$ Gleichung VIII.

$s_1 = \frac{G_2 \, s_2}{G_1}$ Gleichung IX. $G_2 = \frac{G_1 \, s_1}{s_2}$ Gleichung X.

$$W = G_1 \left(1 - \frac{s_1}{s_2}\right)$$ Gleichung XI.

Beispiel zu Gleichung VII. 8780,3 Kilogramm Füllmasse von 92,8 Brixgehalt sollen auf das Gewicht eines Dicksaftes umgerechnet werden, der einen Brixgehalt von 51,2 % besitzt. Wir erhalten das Gewicht des Dicksaftes, indem wir die gegebenen Grössen in die Gleichung einsetzen, zu 15914,3 k; denn

$$\frac{8780{,}3 \times 92{,}8}{51{,}2} = 15914{,}3.$$

Hieraus berechnen sich ferner die Kubikmeter Dicksaft wenn man das absolute Gewicht des Saftes durch sein specifisches Gewicht dividirt.

Das 51,2 Brixgraden entsprechende specifische Gewicht ist = 1,23943. Wir erhalten daher

$$\frac{15914{,}3}{1{,}23943} = 12840 \text{ Liter oder } 12{,}84 \text{ cbm.}$$

Beispiel zu Gleichung VIII. Gesucht wird s_2, d. h. der Brixgehalt einer Füllmasse aus folgenden Werthen:

15914,3 k Dicksaft von 51,2 Brix haben nach dem Verkochen 8780,3 k Füllmasse ergeben Welchen Brixgehalt besitzt die Füllmasse?

Nach Einführung der Werthe in die Formel erhalten wir:

$$\frac{51{,}3 \times 15914{,}3}{8780{,}3} = 92{,}8 \text{ Brix.}$$

Beispiel zu Gleichung IX. 15914,3 k Dicksaft ergeben nach dem Verkochen 8780,3 k Füllmasse von 92,8 Brix. Welchen Brixgehalt hatte der Dicksaft?

$$\frac{8780{,}3 \times 92{,}8}{15914{,}3} = 51{,}2 \text{ Brix.}$$

Beispiel zu Gleichung X. 15914,3 k Dicksaft von 51,2 % Brixgehalt wurden zu Füllmasse von 92,8 Brix verkocht. Wieviel Füllmasse musste entstehen?

$$\frac{15914{,}3 \times 51{,}2}{92{,}8} = 8780{,}3 \text{ k.}$$

Beispiel zu Gleichung XI. Wieviel Kilogramm Wasser müssen verdampft werden, um aus 15914,3 k Dicksaft von 51,2 Brix eine Füllmasse von 92,8 % Brixgehalt darzustellen?

Nach Einsetzung der Werthe in die Gleichung erhalten wir:

$$W = 15914{,}3 \left(1 - \frac{51{,}2}{92{,}8}\right).$$

$$\text{Nun ist } 1 - \frac{51{,}2}{92{,}8} = \frac{92{,}8 - 51{,}2}{92{,}8} = \frac{41{,}6}{92{,}8};$$

$$\text{mithin } W = 15914{,}3 \times \frac{41{,}6}{92{,}8} = 7134 \text{ k.}$$

4. Berechnung der procentischen Zusammensetzung der Trockensubstanz aus der eines wasserhaltigen Produkts.

Eine Füllmasse habe nachstehende Zusammensetzung:

Z 88,0 Nz 6,2 W 5,8 %

welche Zusammensetzung hat die Trockensubstanz derselben? Man findet den Zuckergehalt aus dem Verhältniss

$$94{,}2 : 88 = 100 : x$$

$$x = \frac{88 \times 100}{94{,}2} = 93{,}418 \% \text{ Z.}$$

Diese Berechnung des Zuckergehaltes der Trockensubstanz ist mithin die einfache Quotientenbestimmung.

Der Nichtzuckergehalt ist demnach = 100 — 93,418 = 6,582 %.

5. Berechnung der procentischen Zusammensetzung eines wasserhaltigen Produkts aus derjenigen der Trockensubstanz oder aus dem Quotienten.

Welche Zusammensetzung muss ein Dicksaft von 58 % Trockensubstanzgehalt haben, wenn sein Quotient 90,8 Einheiten aufweist?

Die Trockensubstanz hat den Quotienten 90,8. Wir finden somit den Zuckergehalt des Saftes nach Gleichung III zu

$$\frac{90{,}8 \times 58}{100} = 52{,}664 \ \% \ Z,$$

und in gleicher Weise den Nichtzuckergehalt zu

$$\frac{9{,}2 \times 58}{100} = 5{,}336 \ \% \ Nz.$$

Der Quotient des Dicksaftes muss gleich dem Zuckergehalt der Trockensubstanz sein.

$$Q = \frac{52{,}664 \times 100}{58} = 90{,}8 \text{ Einheiten.}$$

6. Berechnung der procentischen Zusammensetzung eines Produkts aus bekannten Gewichtsverhältnissen.

27 Theile Zucker bilden mit 9 Theilen Nichtzucker und 8 Theilen Wasser einen Syrup. Welche procentische Zusammensetzung muss derselbe haben?

Durch die Mischung der oben angegebenen Bestandtheile entstehen 27 + 9 + 8 = 44 Theile Syrup. In 44 Theilen Syrup sind 27 Antheile Zucker enthalten, mithin in 100 Syrup

$$44 : 27 = 100 : x = \frac{27 \times 100}{44} = 61{,}363 \ \% \text{ Zucker.}$$

In gleicher Weise berechnet man den Nichtzuckergehalt:

$$44 : 9 = 100 : x = 20{,}454 \ \% \ Nz.$$

Der Wassergehalt ist alsdann = 100 — (61,363 + 20,454) = 18,183 %.

Die einfachste Prüfung der Rechnung auf ihre Richtigkeit besteht in diesem und ähnlichen Fällen in der Quotientenberechnung, welcher in beiden Syrupen gleich sein muss.

$$\frac{27 \times 100}{36} = 75;$$

$$\text{und } \frac{61{,}363 \times 100}{81{,}817} = 75.$$

7. Umrechnung eines wasserhaltigen Produkts auf einen veränderten Wassergehalt.

Ein Ablaufsyrup vom II. Produkt habe die folgende Zusammensetzung:

Z 49,4 Nz 26,6 W 24,0 %.

Welche Zusammensetzung hat eine aus demselben gewonnene Füllmasse III. Produkts von 10 % Wassergehalt?

Der Ablauf hat 49,4 + 26,6 = 76 % Trockensubstanz und die Füllmasse, zu welcher er verkocht wird, soll 100 — 10 = 90 % Trockensubstanz haben, folglich verhält sich

$$76 : 49{,}40 = 90 : x = 58{,}5.$$

Die Füllmasse enthält daher 58,5 % Zucker. In gleicher Weise wird der Nichtzucker gefunden zu

$$\frac{26{,}6 \times 90}{76} = 31{,}5 \ \%.$$

Letzterer ergiebt sich auch schon aus der Differenz

$$90 - 58{,}5 = 31{,}5.$$

Da sich der Quotient sowohl im Ablauf als in der Füllmasse zu 65 Einheiten berechnet, so ist die Rechnung richtig.

8. Ableitungen von Formeln zur Berechnung von Füllmassenausbeuten.

Jede Füllmasse lässt sich in zwei durch ihre Aggregatzustände von einander abweichende Bestandtheile zerlegen, nämlich in krystallisirten Zucker und einen je nach dem Reinheitsgrade der Masse mehr oder weniger Zucker enthaltenden Syrup, den sogenannten Ablaufsyrup oder Grünsyrup. Die Ausbeute an krystallisirtem Zucker muss sich um so höher gestalten, je weniger Zucker in den Ablauf geht, und sie wird andererseits um soviel niedriger sein als der Zuckergehalt des Syrups zugenommen hat.

Wir können das Gesagte auch in folgender Weise ausdrücken: Die Zuckerausbeute aus einer Füllmasse steht im umgekehrten Verhältniss zum Syrupquotienten, sie ist dem Quotienten des Ablaufs umgekehrt proportional

Wir sehen, dass der Zusammenhang zwischen Zuckerausbeute und Syrupquotient ein durchaus fest bestimmter ist

und es ist klar, dass man diese Beziehungen benutzen kann, um die Schleuderausbeuten auf rein theoretischem Wege zu ermitteln.

Als denkbar einfachster Fall ist derjenige anzusehen, in welchem die Füllmasse geradeauf in chemisch reinen krystallisirten Zucker von 100 Quotient, den wir kurzweg als Krystallzucker (K) bezeichnen wollen, und in Grünsyrup von bestimmtem Reinheitsquotienten zerfallend gedacht wird. In diesem Fall geht nämlich der gesammte Nichtzuckergehalt der Füllmasse in den Syrup über, indem er eine ganz bestimmte, von dem Reinheitsquotienten des entstandenen Syrups abhängige Zuckermenge bindet.

Complicirter gestalten sich die Verhältnisse, wenn der geschleuderte Zucker, wie dies gewöhnlich der Fall ist, selbst noch Nichtzuckerbestandtheile enthält Wir betrachten aus diesem Grunde zunächst die Bestimmung des Krystallzuckergehaltes einer Füllmasse.

A. Berechnung und direkte Bestimmung des Krystallzuckergehaltes einer Füllmasse.

Hat eine Füllmasse nachstehende Zusammensetzung:

Z 86,6 Nz 7,4 W 6,0 %

so sind in 100 Theilen desselben 7,4 Theile Nichtzucker enthalten, welche bei einem Quotienten des Ablaufsyrups von beispielsweise 73 Einheiten

$$7{,}4 \times \frac{73}{27} = 20 \ \%$$

des in der Füllmasse enthaltenen Zuckers in den Syrup überführen würden, wenn die Zerlegung der Füllmasse in chemisch reinen Krystallzucker und einen Ablauf von solch niedrigem Quotienten als praktisch durchführbar gedacht wird.

Wie wir oben sahen, bedeutet der Quotient eines Produktes die in 100 Theilen Trockensubstanz enthaltenen Procente an Zucker. Ist der Quotient des Grünsyrups = 73, so sind in 100 Trockensubstanz 100 — 73 = 27 % Nichtzucker enthalten und je 1 Theil Nichtzucker erfordert in diesem Fall $\frac{73}{27}$ Theile Zucker zur Bildung des Syrups, mithin die 7,4 % Nichtzucker der Füllmasse 20 % Zucker.

Da der Gehalt der Füllmasse an Zucker = 86,6 % ist, so werden

$$86{,}6 - 20 = 66{,}6\ \%$$

chemisch reinen Krystallzuckers theoretisch ausbringbar sein.

Den soeben gefundenen Beziehungen können wir in folgenden Formeln Ausdruck geben:

$$Sp = \frac{n \times Sq}{100 - Sq}, \qquad \text{Gleichung XII.}$$

d. h. in Worten: Man findet den aus 100 Theilen einer Füllmasse in den Grünsyrup übergehenden Zuckerantheil (Sp = Syrupspolarisation), wenn man den in den Syrup übergehenden Nichtzucker (n) mit dem Quotienten des Syrups (Sq) multiplicirt und das Produkt durch die Differenz 100 — Sq, d. h. den procentischen Nichtzuckergehalt der den Syrup bildenden Trockensubstanz, dividirt.

Der gesammte Nichtzuckergehalt der Füllmasse darf natürlich nur unter der Bedingung in die Rechnung eingesetzt werden, dass der geschleuderte Zucker chemisch rein ist.

Setzen wir die gegebenen Werthe in die obige Formel ein, so erhalten wir

$$Sp = \frac{7{,}4 \times 73}{100 - 73} = 20\ \%.$$

Den in der Füllmasse enthaltenen Krystallzucker (K) findet man alsdann nach der Formel:

$$K = Fp - \frac{n \times Sq}{100 - Sq}, \qquad \text{Gleichung XIII}$$

in welcher Fp die Polarisation der Füllmasse darstellt.

$$K = 86{,}6 - \frac{7{,}4 \times 73}{100 - 73} = 66{,}6\ \%.$$

Diese Methode der Berechnung des Krystallzuckergehaltes einer Füllmasse aus der Polarisation der Füllmasse und dem Quotienten des Grünsyrups ist von Schneider angegeben worden. Schneider berechnete auf Grund der von ihm aufgestellten Formel folgende Tabelle, welche die Abhängigkeit des Krystallzuckergehaltes von der Zusammensetzung der Füllmasse und dem Quotienten des Grünsyrups zum deutlichen Ausdruck bringt.

Quotient des Ablaufsyrups				70,0		70,5		71,0	
				100 Theile der Füllmasse					
Z.	Nz.	W.	Q.	Krystallzucker	Im Syrup gelöst	Krystallzucker	Im Syrup gelöst	Krystallzucker	Im Syrup gelöst
82,72	11,25		88,0	56,40	26,32	55,76	26,96	55,11	27,61
83,19	10,81		88.5	57,97	25,21	57,36	25,83	56,72	26,47
83,66	10,34		89,0	59,63	24,00	58,96	24,70	58,34	25,32
84,13	9,87		89,5	61.10	23,03	60,54	23,59	59,96	24,17
84,60	9,40		90,0	62,67	21,90	62,13	22,47	61,59	23,01
85,07	8,93	6,0	90,5	64,23	20.84	63,73	21,34	63,23	20,54
85,54	8,46		91,0	65,80	19,74	65,32	20.22	64,83	20,71
86,01	7,99		91,5	67,37	18,64	66,91	19,10	66,46	19,55
86,48	7,52		92,0	68,95	17,55	68,17	18,31	68,07	18,41
87,02	6,98		92,5	70,78	—	—	—	69,68	—
87,50	6,61		93,0	72,19	—	—	—	71,29	—

Diese Tabelle findet sich in Scheibler's „Neue Zeitschrift für Rübenzucker-Industrie“ Band XXVIII, Jahrgang 1892 Seite 16.

Man ersieht aus derselben, dass bei gleichem Wassergehalt der Füllmasse und bei gleichbleibendem Quotienten des Ablaufsyrups der Gehalt der Füllmasse an Krystallzucker durch die Steigerung des Füllmassenquotienten von 0,5 % um ∾ 1,6 % wächst, während die Erhöhung des Ablaufsyrups um 0,5 Quotienteinheiten ein Sinken des theoretischen Krystallzuckergehaltes der Füllmassen von gleichbleibendem Quotienten um ∾ 0,6 % zur Folge hat.

Da die Kenntniss der Menge des in einer Füllmasse enthaltenen Krystallzuckers für den Praktiker insofern von Wichtigkeit ist, als sie eine Grundlage für die Controle der Koch- und Schleuderarbeit bildet, indem die Ausbeuten an Krystallzucker unter sonst gleichen Bedingungen, d. h. bei gleicher Zusammensetzung der Füllmassen, von der Ausführung der technischen Arbeiten abhängig ist, so seien hier noch zwei von Sidersky-Paris und Vivien aufgestellte Methoden der direkten Bestimmung des Krystallzuckergehaltes angegeben.

71,5		72,0		72,5		73,0		73,5	
e n t h a l t e n:									
Krystall-zucker	im Syrup gelöst	Krystall-zucker	im Syrup gelöst	Krystall-zucker	im Syrup gelöst	Krystall-zucker	im Syrup gelöst	Krystall-zucker	im Syrup gelöst
54,42	28,30	53,71	29,01	52,98	29,74	52,22	30,50	51,43	31,29
56,07	27,12	55,39	27,80	54,69	26,50	53,96	29,23	52,21	30,98
57.72	25,94	57,07	26,59	56,40	27,26	55,70	27,96	54,98	28,68
59,37	24,76	58,75	25,38	58,11	26,02	57,44	26,69	56,75	27,38
61,02	23,58	60,43	24,17	59,82	24,78	59,18	25,42	58,53	26,07
62,67	22,40	62,11	22,96	61,53	23,54	60,93	24,14	60,30	24,77
64,31	21,23	63,78	20,76	63,23	22,31	62,67	22,87	62,07	23,47
65,96	20,05	65,46	20.55	64,94	21,07	64,41	21,60	63,85	22,16
67,20	19,22	67,14	19,34	66,66	19,82	66,15	20,33	65,62	20,86
—	—	68,82	—	—	—	—	—	—	—
—	—	70,50	—	—	—	—	—	—	—

Die Methode Sidersky's beruht auf der Annahme, dass der Krystallzucker chemisch rein, somit aschenfrei ist, und dass alle die Asche bildenden Salze (also 100 % derselben) Bestandtheile des Ablaufsyrups sind. Bestimmt man daher den Aschengehalt der Füllmasse (F A) und zugleich denjenigen des Ablaufsyrups (S A), so muss sich der Syrupsgehalt der Füllmasse aus dem Verhältniss ergeben

$$S A : F A = 100 : x. \qquad \text{Gleichung XIV.}$$

Der Krystallzuckergehalt ergiebt sich dann durch Subtraktion des berechneten Ablaufs von 100.

Enthält die oben angeführte Füllmasse einen Salzgehalt von 3,28 %, der Grünsyrup einen solchen von 9,82 %, so finden wir nach Einführung der Werthe in die obige Gleichung die Syrupmenge zu 33,4 %, denn

$$9{,}82 : 3{,}28 = 100 : x = 33{,}4\ \%.$$

Die Füllmasse enthält mithin

$$100 - 33{,}4 = 66{,}6\ \%$$

Krystallzucker. (Siehe: Scheibler „Neue Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie" 1892. Band XXVIII S. 161.

Vivien bedient sich folgender Methode zur direkten Bestimmung des Krystallzuckergehaltes: 200 Gramm Füllmasse

werden mit einer Lösung von 2 Theilen weissen Zuckers in 1 Theil Wasser verdünnt und die Mischung auf einen Trichter gebracht, der mit feinem Centrifugensieb versehen ist. Die Füllmasse wird durch Aufgiessen neuer Klärselmengen so lange ausgewaschen, bis die Krystalle rein weiss sind. Nach beendetem Waschen saugt man das Klärsel möglichst ab und wägt die gereinigte Füllmasse. Man erhält so das Gewicht der Krystalle und des von denselben eingeschlossenen Klärsels.

In 10 Gramm der Masse wird nun der Wassergehalt bestimmt. Aus dem Wassergehalt berechnet sich die Menge des Klärsels, indem man denselben mit 3 multiplicirt, da ja 1 Wasser = 3 Klärsel ist. Haben z. B. 200 g Füllmasse nach dem Auswaschen 165,40 g Krystall + Klärsel ergeben und sind in 10 g dieser Masse 0,648 g Wasser enthalten, so ergiebt sich der Gehalt der Gesammtmenge zu

$$\frac{0{,}648 \times 165{,}4}{10} = 10{,}71 \text{ g Wasser.}$$

$10{,}71 \times 3 = 32{,}13$ Gramm Klärsel.

Da 200 g Füllmasse verwendet werden, so ergiebt sich ein Gehalt von 66,6 g trockener Krystalle in 100 g Füllmasse, denn

$$\frac{165{,}4 - 32{,}1}{2} = 66{,}6.$$

Siehe: Scheibler „Neue Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie“ 1894. Band XXXIII. S. 119.

Wir wenden uns nun zur Berechnung von Füllmassenausbeuten, welche auszubringen sind, wenn die geschleuderten Produkte nicht chemisch rein sind.

B. Berechnung der Ausbeute aus Trockensubstanz und Polarisation von Füllmasse und Ablaufsyrup.

Nennen wir die aus 100 Theilen Füllmasse gewinnbare Zuckermenge = x, so ist die aus 100 Theilen Füllmasse entstehende Menge von Grünsyrup = 100 — x, wenn die Füllmasse ohne Anwendung von Decksyrupen geschleudert wird.

Es ist ohne Weiteres ersichtlich, dass sich sowohl die Trockensubstanz der Füllmasse als auch ihr polarimetrisch ermittelter Zuckergehalt in den aus ihr entstandenen Produkten wiederfinden muss.

94 % Trockensubstanz der in A besprochenen Füllmasse ergeben 66,6 % Krystallzucker = 66,6 % Trockensubstanz und 20 % Z + 7,4 % Nz = 27,4 % Trockensubstanz

Zusammen = 94,0 %

Von 86,6 % Polarisationszucker der Füllmasse werden erhalten:

66,6 % K von 100 % Polarisation = 66,6 Polarisationstheile
und 20,0 % im Syrup = 20,0 „

Zusammen = 86,6 %

Je 100 Theile des Trockensubstanzgehaltes der Füllmasse zerfallen nach obigen Auseinandersetzungen in x Theile Trockensubstanz des Zuckers (Zt) und 100 — x Syruptrockensubstanz (St).

In gleicher Weise ergeben 100 Theile Füllmassenpolarisation (Fp) x Polarisationstheile im Zucker (Zp) und 100 — x Polarisationstheile im Syrup (Sp).

Wir erhalten daher die Gleichungen

$$100\ Ft = x \times Zt + (100 - x)\ St,$$

$$\text{und } 100\ Fp = x \times Zp + (100 - x)\ Sp.$$

Es bieten sich hiermit zwei neue Wege, die Füllmassenausbeute theoretisch aus der chemischen Untersuchung der Füllmasse und des Grünsyrups zu berechnen und beide besitzen dabei den Vortheil, dass sie sich auf die Ausbringung beliebig zusammengesetzter Zucker anwenden lassen.

Denken wir uns die Füllmasse von:

Z 86,6 Nz 7,4 W 6,0 %

zerlegt in Rohzucker von 98,2 % Trockensubstanz und in einen Grünsyrup von 82,0 % Trockensubstanzgehalt, so erhalten wir durch Einsetzen dieser Werthe in die Formel:

$$100\ Ft = x \times Zt + (100 - x)\ St$$

$$100 \times 94 = x \times 98{,}2 + (100 - x)\ 82$$

$$9400 = 98{,}2\ x + 8200 - 82\ x$$

$$-\ 8200 - 82{,}0\ x$$

$$1200 = 16{,}2\ x$$

$$x = \frac{1200}{16{,}2} = \sim 74\ \%\ \text{Ausbeute.}$$

Die obige Gleichung können wir nun in die folgende abgekürzte Form bringen:

$$x = 100 \frac{Ft - St}{Zt - St}. \qquad \text{Gleichung XV.}$$

In ganz ähnlicher Weise gestaltet sich die Rechnung, wenn wir uns die Füllmasse von 86,6 Polarisationszucker in Rohzucker von 96 Polarisation und Syrup von 60,0 Polarisation zerlegt denken. Wir erhalten dann aus der Gleichung:

$$100\ Fp = x \times Zp + (100 - x)\ Sp$$

nach Einführung der gegebenen Grössen:

$$100 \times 86{,}6 = x \times 96 + (100 - x)\ 60$$
$$8660 = 96\ x + 6000 - 60\ x$$
$$-\ 6000 - 60\ x$$
$$2660 = 36\ x$$
$$x = \frac{2660}{36} = \sim 74\ \%\ \text{Ausbeute.}$$

Diese Gleichung erhält durch Abkürzung die Form:

$$x = 100 \frac{Fp - Sp}{Zp - Sp} \qquad \text{Gleichung XVI.}$$

C. Berechnung von Füllmassenausbeuten aus dem Quotienten der Füllmasse und des Ablaufsyrups.

Alle bisher aufgestellten Gleichungen setzen voraus, dass die Füllmasse direkt in Zucker und Syrup zerlegt wird. Ist dieses jedoch nicht der Fall und wird die Füllmasse unter Zuhilfenahme einer Wasser- oder Dampfdecke geschleudert, so reichen die bisherigen Formeln nicht aus, indem aus 100 Theilen Füllmasse nicht wieder 100 Theile entstehen, sondern das Gewicht von Zucker und Syrup durch das zum Ausdecken verwendete Wasser vermehrt ist. Hat eine derartige Verdünnung stattgefunden, so kann die Ausbeute nur aus dem procentischen Zuckergehalt der im Zucker und Syrup enthaltenen Trockensubstanz, mit anderen Worten aus dem Quotienten derselben gefunden werden.

Es ist leicht einzusehen, dass dasselbe Verhältniss, welches zwischen Füllmassenpolarisation, Zuckerpolarisation und Syruppolarisation besteht, sich auch auf die Polarisationen der Trockensubstanzen dieser Produkte ausdehnen lassen muss.

Liefern 100 Theile Füllmassentrockensubstanz x Theile trocknen Zuckers, so gehen 100 — x Trockensubstanz in den Syrup.

Die 100 Theile Füllmassentrockensubstanz enthalten nun die durch den Füllmassenquotienten ausdrückbare Zuckermenge Fq, von der wiederum 100 Theile = 100 Fq bei der Zerlegung der Füllmasse in x Quotienteneinheiten des Zuckers (x × Zq) und 100 — x im Syrup enthaltener Quotienteneinheiten, also (100 — x) Sq, zerfallend zu denken sind.

Wir erhalten daher die Gleichung:

$$100\ Fq = x \times Zq + (100 - x)\ Sq.$$

Durch Abkürzung entsteht hieraus die Formel:

$$x = 100\ \frac{Fq - Sq}{Zq - Sq}.$$

Die in dieser Weise durchgeführte Berechnung kann nun selbstverständlich nur die Ausbringbarkeit an trocken gedachtem Zucker ergeben.

Da die Ausbeute an wasserhaltigem Produkt dem Gehalt der Füllmasse an Trockensubstanz (Ft) direkt proportional, dem Gehalt an Zuckertrockensubstanz (Zt) aber umgekehrt proportional ist, so ist die rechte Seite der Gleichung mit Ft zu multipliciren und mit Zt zu dividiren. Dieselbe gestaltet sich alsdann in folgender Weise:

$$x = 100\ \frac{Ft\ (Fq - Sq)}{Zt\ (Zq - Sq)}. \qquad \text{Gleichung XVII.}$$

In dieser Form ist die Gleichung für alle Ausbeuteberechnungen verwendbar, natürlich auch solche, in denen Verdünnungen nicht stattgefunden haben.

Ist der Gehalt der Füllmasse an Trockensubstanz = 94 %, der Quotient derselben = 92,13 Einheiten, der Quotient des Syrups sei = 73, der des Zuckers = 97,74 Einheiten und die Zuckertrockensubstanz betrage 98,2 %, so erhalten wir

$$x = 100\ \frac{94,0\ (92,13 - 73,0)}{98,2\ (97,73 - 73,0)} \text{ und}$$

$$x = \frac{100 \times 94 \times 19,13}{98,2 \times 24,73} = 74\ \%\ \text{Ausbeute.}$$

Auf Grund dieser Gleichung sind die Ausbeuten an Rohzucker I., II. und III. Produkts aus Füllmassen mit steigendem Quotienten in den folgenden Tabellen berechnet.

I.

Tabelle zur Berechnung der Ausbeuten aus Füllmassen I. Produkts

Quotient des Ablaufsyrups	70,0
100 Theile der Füllmasse	
bei einem Füllmassequotienten von 90,0	69,8
" " " " 90,5	71,5
" " " " 91,0	73,2
" " " " 91,5	74,9
" " " " 92,0	76,7
" " " " 92,5	78,4
" " " " 93,0	80,2

II.

Berechnung der Ausbeuten an Zucker II. Produkts von 92 Polar. und 2,5 % Wasser aus 10 % Wasser haltigen Füllmassen.

Quotient des Ablaufsyrups.	63,0	64,0	65,0
100 Füllmasse ergeben Nachprodukt:			
bei einem Füllmassequotienten von 70,0	20,6	18,2	15,7
" " " " 71,0	23,5	21,3	18,8
" " " " 72,0	26,5	24,3	22,0
" " " " 73,0	29,4	27,3	25,1
" " " " 74,0	32,4	30,4	28,3
" " " " 75,0	35,3	33,4	31,4

an Rohzucker von 95,5 Polar., 2 % Wasser, von 6 % Wassergehalt.

70,5	71,0	71,5	72,0	72,5	73,0
ergeben % Rohzucker:					
69,3	68,8	68,3	67,7	67,2	66,6
71,0	70,5	70,1	69,6	69,1	68,5
72,8	72,4	71,9	71,4	70,9	70,4
74,6	74,2	73,7	73,3	72,9	72,4
76,3	76,0	75,6	75,2	74,8	74,4
78,1	77,8	77,5	77,1	76,7	76,3
79,9	79,6	79,3	78,9	78,6	78,3

III.

Berechnung der Ausbeuten an Zucker III. Produkts von 89 Polar. und 3 % Wasser aus 10 % Wasser haltigen Füllmassen.

Quotient des Ablaufsyrups.	59,0	60,0	61,0
100 Füllmasse ergeben Nachprodukt:			
bei einem Füllmassequotienten von 63,0	11,3	8,7	6,0
" " " " 64,0	14,1	11,6	9,0
" " " " 65,0	16,9	14,5	12,0
" " " " 66,0	19,8	17,5	15,0
" " " " 67,0	22,7	20,4	18,1
" " " " 68,0	25,5	23,4	21,1

Derartige Berechnungen solcher an Reinheit constant zunehmenden Füllmassen sind von grosser Bedeutung für die Praxis, indem sie erkennen lassen, welche Vortheile aus der Erhöhung der Füllmassenquotienten, beziehentlich dem Fallen der Syrupquotienten zu erwarten sind.

Die Steigerung der Füllmassenquotienten um eine Einheit bringt in Erstprodukten eine Erhöhung der Ausbeute um ∾ 3,5 % Rohzucker, in Nachprodukten eine solche von ∾ 3 % hervor.

Das Sinken des Ablaufsyrups um eine Einheit erhöht die Schleuderausbeute bei Erstproduktfüllmassen durchschnittlich um ∾ 0,7 %, bei Nachproduktfüllmassen dagegen um ∾ 2,0 bis 3,0 %.

D. Berechnung des Gehaltes einer Füllmasse an Rohzucker aus Krystallzucker und Syruppolarisation.

Zum Schluss unserer Betrachtungen über Füllmassenausbeuten sei nun noch eine Gleichung erwähnt, welche den Zweck hat, diejenige Menge Syrup von einer bestimmten Polarisation zu finden, welche ein beliebiges Quantum Krystallzucker von 100 Polarisation in Rohzucker von einer gegebenen Polarisation zu verwandeln imstande ist.

Wir sahen oben, dass eine Füllmasse von 86,6 % Zuckergehalt und 6,4 % Nichtzucker einen Krystallzuckergehalt von 66,6 % aufweist. Andererseits fanden wir, dass dieselbe Füllmasse auf Rohzucker geschleudert bei einer Polarisation des Ablaufsyrups von 60 % eine Ausbeute von ∾ 74 % Rohzucker bei 96 Polarisation liefert.

Legen wir uns jetzt die Frage vor: Welche Syrupmenge von 60 Polarisation ist erforderlich, um 66,6 Theile Krystallzucker in Rohzucker von 96 Polarisation zu verwandeln?, so berechnet sich dieselbe aus folgender Formel:

$$S = K \frac{100 - P}{P - Sp}. \qquad \text{Gleichung XVIII.}$$

In derselben bedeutet: S die zu findende Syrupmenge, K den Krystallzucker, P die Polarisation des Rohzuckers, Sp die Polarisation des Syrups.

Durch Einsetzung der gegebenen Werthe in die Formel erhalten wir:

$$S = 66{,}6 \frac{100 - 96}{96 - 60} = 7{,}4.$$

Es sind mithin 7,4 Theile Syrup von 60 % Zuckergehalt erforderlich, um 66,6 Theile Krystallzucker in 66,6 + 7,4 = 74 Theile Rohzucker von 96 % Zuckergehalt zu verwandeln.

Die Gleichung ist aus folgenden Betrachtungen abzuleiten:

Nennt man die erforderliche Syrupmenge x, so enthält dieselbe $\frac{60 \times x}{100}$ Theile Zucker. Der nach der Mischung erhaltene Rohzucker enthält also im Ganzen

$$66{,}6 + \frac{60\,x}{100}$$

Theile chemisch reinen Zuckers.

Andererseits besteht der entstandene Rohzucker aus:

66,6 Krystallzucker und x Theilen Syrup.

Da der Gehalt desselben = 96 % Zucker ist, so muss er im Ganzen

$$\frac{(66{,}6 + x)\,96}{100}$$

Theile chemisch reinen Zuckers enthalten:

Hieraus leitet sich die Gleichung ab:

$$66{,}6 + \frac{60\,x}{100} = \frac{(66{,}6 + x)\,96}{100}, \text{ woraus}$$

$$6660 + 60\,x = 6393{,}6 + 96\,x \text{ und}$$

$$x = 7{,}4.$$

9. Berechnung der zur Füllmasse I. Produkts zugezogenen Syrupmenge.

In vielen Rohzuckerfabriken, sowie in den mit dem Langen'schen Krystallisationsverfahren arbeitenden Raffinerieen werden zur Füllmasse I. Produkts, bezüglich zu angemaischtem Rohzucker, während des Verkochens Ablaufsyrupe beigezogen, wodurch eine erhebliche Erniedrigung des Zuckergehaltes der Syrupe herbeigeführt wird. Es fragt sich nun, auf welche Weise man die wirkliche aus Rüben gewonnene Füllmasse I. Produkts berechnen kann, wenn eine bestimmte Menge

Ablauf in das Vacuum eingezogen ist, und wie andererseits das Quantum des zugezogenen Syrups auf rechnerischem Wege zu finden ist?

Der erste Theil der Frage lässt sich einfach erledigen, indem man von der Trockensubstanz der fertigen Füllmasse und derjenigen des eingezogenen Syrups ausgeht. Hat man z. B. 400 Centner Füllmasse von 6,0 % Wassergehalt und dem Quotienten 91,4 erhalten, so entsprechen dieselben $\frac{400 \times 94}{100}$ = 376 Centnern Trockensubstanz mit $\frac{376 \times 91,4}{100}$ = 343,66 Ctrn. Zucker und 376 — 343,66 = 32,34 Centnern Nichtzucker. Wurden während des Kochens 36 Ctr. Ablauf von 78 % Trockensubstanz beigezogen, so entsprechen dieselben $\frac{36 \times 78}{100}$ = $\sim$ 28 Ctr. Trockensubstanz. Hatte der Ablauf einen Quotienten von 74,0 Einheiten, so wurden mit demselben der Füllmasse $\frac{28 \times 74}{100}$ = 20,72 Ctr. Zucker und 7,28 Ctr. Nichtzucker zugeführt. Ziehen wir diese Zahlen von dem Zucker und dem Nichtzucker der fertigen Füllmasse ab, so erhalten wir 322,94 Ctr. Zucker und 25,06 Ctr. Nichtzucker, welche die Trockensubstanz der reinen Rohzuckerfüllmasse bilden. Diese 348 Ctr. Trockensubstanz stellen als 6 % Wasser haltende Füllmasse $\frac{348 \times 100}{94}$ = $\sim$ 370 Ctr. dar. Der Quotient derselben muss 92,8 Einheiten aufweisen, denn 348 : 324 = 100 : 92,8.

Schwieriger gestaltet sich die Rechnung, wenn das Quantum des eingezogenen Syrups nicht bekannt ist. Man geht alsdann von folgenden Ueberlegungen aus:

Sieht man von der durch das Verkochen der Säfte veranlassten Zuckerzerstörung ab, so muss der Quotient desjenigen Theiles der Füllmasse, welcher aus den Rübensäften stammt, gleich sein dem Quotienten des verarbeiteten Dicksaftes (Dq). Der Quotient der fertigen Füllmasse (Fq) wird alsdann abhängig sein von dem Quotienten des beigezogenen Grünsyrups (Sq) und seiner Menge. Aus den hierdurch gegebenen Beziehungen muss sich die in der Füllmasse enthaltene Syrupmenge auffinden lassen.

Nennen wir die in 100 Theilen der Füllmassentrockensubstanz enthaltene Syrupmenge = x, so werden in derselben noch weiterhin 100 — x Theile reiner trockener Rübenfüllmasse enthalten sein.

100 Theile der fertigen Füllmasse enthalten in trockenem Zustande die durch den Quotienten Fq ausdrückbare Zuckermenge. 100 Fq müssen daher gleich sein 100 — x Theilen Füllmassentrockensubstanz vom Quotienten des Dicksaftes (Dq), also = (100 — x) Dq und x Theilen Syruptrockensubstanz vom Quotienten Sq. Wir erhalten daher die Gleichung

$$100 \, Fq = (100 - x) \, Dq + (x \times Sq).$$

Dieselbe lässt sich zweckmässig in nachstehender Weise abkürzen und umformen:

$$x = 100 \, \frac{Dq - Fq}{Dq - Sq}. \qquad \text{Gleichung XIX.}$$

Ist beispielsweise der Quotient des Dicksaftes (Dq) = 92,8, der fertigen Füllmasse (Fq) = 91,4 und derjenige des beigezogenen Grünsyrups (Sq) = 74 Einheiten, so erhalten wir die in 100 Theilen der trocken gedachten Füllmasse enthaltene Syruptrockensubstanz durch das Einsetzen der Werthe in die Gleichung zu 7,4467 %, denn

$$x = 100 \, \frac{92{,}8 - 91{,}4}{92{,}8 - 74{,}0} = \frac{100 \times 1{,}4}{18{,}8} = 7{,}4467.$$

100 Füllmassentrockensubstanz enthalten somit 7,4467 % Trockensubstanz, welche dem Syrup, und 100 — 7,4467 = 92,5533 % Trockensubstanz, welche dem Dicksafte entstammen.

Hatte der Syrup einen Trockensubstanzgehalt von 78 %, so findet man daraus die Syrupmenge aus dem Ansatz

$$78 : 100 = 7{,}4467 : x = 9{,}54 \, \%.$$

Hat die fertige Füllmasse einen Wassergehalt von 6,0 % mithin einen Trockensubstanzgehalt von 94,0 %, so sind in derselben enthalten

$$\frac{92{,}5533 \times 94{,}0}{100} = \sim 87{,}0 \, \%$$

Trockensubstanz der Rübenfüllmasse und

$$\frac{7{,}4467 \times 94{,}0}{100} = \sim 7{,}0 \, \%$$

Füllmassentrockensubstanz aus dem Syrup.

Die 6 % Wasser haltende Füllmasse an sich besteht alsdann aus 92,55 % reiner Rübenfüllmasse und 7,45 % aus dem Syrup entstammender Füllmasse, denn

$$94 : 87 = 100 : 92,55$$
$$97 : 7 = 100 : 7,45.$$

Wir haben jetzt noch den Beweis für die Richtigkeit der Rechnung zu liefern.

Die 87 % der sich aus der Rübenfüllmasse herleitenden Trockensubstanz haben einen Quotienten von 92,8 Einheiten. Sie enthalten daher

$$\frac{87 \times 92,8}{100} = 80,736 \text{ Theile Zucker und}$$
$$\frac{87 \times 7,2}{100} = 6,264 \quad \text{„} \quad \text{Nichtzucker.}$$

Andererseits bestehen die 7,0 Trockensubstanz des Syrups mit dem Quotienten von 74 Einheiten aus

$$\frac{7 \times 74}{100} = 5,18 \text{ Theilen Zucker und}$$
$$\frac{7 \times 26}{100} = 1,82 \quad \text{„} \quad \text{Nichtzucker.}$$

Addirt man Zucker und Nichtzucker, und berechnet in bekannter Weise den Quotienten, so muss derselbe denjenigen der fertigen Füllmasse, nämlich 91,4 Einheiten, zeigen.

80,736 Zucker	und 6,264 Nichtzucker +		
5,18 „	„ 1,82 „		
85,916 Zucker	und 8,084 Nichtzucker	=	94,0 Trockensubstanz.

$$94 : 85,916 = 100 : 91,4.$$

10. Berechnung des erforderlichen Syrupquantums, welches einen Rohzucker in Maischmasse von bestimmtem Wassergehalt verwandelt.

Wieviel Syrup von 76,0 % Trockensubstanz ist erforderlich, um 100 Theile Rohzucker von 2 % Wassergehalt in eine 10procentige Maischmasse zu verwandeln?

Der Rohzucker enthält 100 — 2 = 98 % Trockensubstanz. Er soll nach dem Syrupzusatz 100 — 10 = 90 % Trockensubstanz haben.

Bezeichnen wir die Syrupmenge mit x, so enthält dieselbe $\frac{76 \times x}{100}$ Theile Trockensubstanz. 100 Rohzucker und x Theile Syrup enthalten sodann $98 + \frac{76\,x}{100}$ Theile Trockensubstanz. Nach ausgeführter Mischung soll die Masse, welche aus 100 Rohzucker und x Theilen Syrup besteht, 90 % Trockensubstanz, mithin $\frac{(100 + x)\,90}{100}$ Theile aufweisen. Wir erhalten somit die Gleichung

$$98 + \frac{76\,x}{100} = \frac{(100 + x)\,90}{100}, \text{ woraus}$$

$$9800 + 76\,x = 9000 + 90\,x$$

$$x = \frac{800}{14} = 57{,}143.$$

Es sind 57,143 Theile Syrup erforderlich.

Die Gleichung ist in die folgende abgekürzte Form zu bringen:

$$x = 100\,\frac{Zt - Mt}{Mt - St}. \qquad \text{Gleichung XX.}$$

In derselben bedeutet:

Zt = Trockensubstanz des Rohzuckers,
Mt = „ der Maischmasse,
St = „ des Syrups.

Selbstverständlich ist die Formel auch dann anwendungsfähig, wenn Füllmassen in bestimmtem Grade verdünnt werden sollen.

Ist das Verdünnungsmittel Wasser, so berechnet sich der Zusatz auf 100 Theile Zucker, Füllmasse oder Syrup in folgender Weise:

Bezeichnen wir den procentischen Trockensubstanzgehalt des zu verdünnenden Produkts mit Zt, Ft oder St, je nachdem dasselbe ein Zucker, eine Füllmasse oder ein Syrup ist, den procentischen Trockensubstanzgehalt der Mischung aber mit Mt und nennen wir die zu 100 Theilen zuzufügende Wassermenge x,

so müssen 100 + x Theile der Mischung $= \frac{(100 + x)\,Mt}{100}$ Theile Trockensubstanz enthalten und diese müssen dem Trockensubstanzgehalt des Ausgangsproduktes (Zt, Ft oder St) gleichgestellt werden. Wir erhalten somit die Gleichung

$$Zt\ (Ft\ oder\ St) = \frac{(100 + x)\,Mt}{100},\ woraus$$

$$x = 100\,\frac{Zt - Mt}{Mt}. \qquad \text{Gleichung XXI.}$$

Beispiel: 100 Theile einer 96 % Trockensubstanz haltigen Füllmasse sollen auf 93 % Trockensubstanz gebracht werden. Wieviel Wasserzusatz ist dazu erforderlich?

$$x = 100\,\frac{96 - 93}{93} = \frac{300}{93} = 3{,}226.$$

100 Füllmasse und 3,226 Wasser sind = 103,226 Theilen gemischter Masse, welche mit 93 % Trockensubstanz berechnet 96 Theile trockner Masse liefern müssen.

$$\frac{103{,}226 \times 93{,}0}{100} = 96{,}0.$$

Theoretische Berechnung des Betriebes einer Rohzuckerfabrik.

Alle in den nachfolgenden Rechnungen vorkommenden Zahlen sind abgerundet, woraus die kleinen Differenzen zu erklären sind.

Von der durch das Verkochen veranlassten Zuckerzerstörung ist hier grundsätzlich abgesehen, da der Hauptverlust, welcher beim Verkochen der Säfte auf Füllmasse I. Produktes stattfindet, von den Polarisationsverlusten nicht zu trennen ist und die weiteren Kochverluste nur gering sind.

Die Fabrik verarbeitete im Laufe einer Woche:

26 000 Metercentner Rüben von 13,6 % Polarisation, entsprechend einem scheinbaren Gehalt von $\frac{26\,000 \times 13{,}6}{100}$ = 3536 Mctr. ch. r. Z.

Es wurden gewonnen:
3723 Metercentner Füllmasse, mithin auf Rüben berechnet 14,32 %, denn
26000 : 3723 = 100 : x = 14,32.

Der Zuckergehalt der Füllmasse betrug 86,4 %.

In derselben wurden erhalten:

$$\frac{3723 \times 86,4}{100} = 3216 \text{ Mctr ch. r. Z.}$$

Verlust: = 320 Mctr ch. r. Z.

Auf Rüben berechnet wurden somit einschliesslich der Polarisationsverluste verloren:
26 000 : 320 = 100 : x = 1,23 %.

Auf die scheinbar eingeführte Zuckermenge von 3536 Mctr aber 0,9 %, denn
2536 : 320 = 100 : x = 0,9.

I. Berechnung der Füllmasse I. Produkts.

Die erhaltene Füllmasse wies nachstehende Zusammensetzung auf:

Z 86,4 Nz 7,8 W 5,8 % Q = 91,6.

Aus derselben wurde ein Rohzucker von 95,6 Polarisation geschleudert, während der Ablaufsyrup eine solche von 59,14 zeigte. Wieviel Procent Schleuderausbeute muss erzielt worden sein, und welches Gewicht an Rohzucker müssen die 3723 Mctr. Füllmasse ergeben haben?

Durch Einsetzen der Werthe in Gleichung XVI erhalten wir:

$$x = 100 \frac{86,4 - 59,14}{95,6 - 59,14} = 74,77 \%.$$

100 Theile Füllmasse ergaben 74.77 %, mithin 3723 Mctr

$$\frac{3723 \times 74,77}{100} = 2783,7 \text{ Mctr Rohzucker.}$$

Wieviel Procent des in der Füllmasse enthaltenen Zuckers wurden im I. Produkt erhalten?

Da die Füllmasse 74,77 % Ausbeute an Rohzucker von 95,6 Polarisation ergeben hat, so werden

$$\frac{74,77 \times 95,6}{100} = 71,48 \ \%$$

des Gesammtzuckers der Füllmasse im I. Produkt gewonnen, mithin gehen 86,4 — 71,48 = 14,92 % in die Nachprodukte.

Wenn wir annehmen, dass rund 74,8 % Rohzucker von Z 95,6 Nz 2,73 W 1,67 % Q = 97,2 ausgebracht worden sind, welche procentische Zusammensetzung muss alsdann der Grünsyrup aufweisen?

Durch den Rohzucker wurden der Füllmasse entnommen:

$$\frac{74,8 \times 95,6}{100} = 71,509 \ \% \ Z \qquad \frac{74,8 \times 2,73}{100} \ 2,042 \ \% \ Nz$$

$$\frac{74,8 \times 1,67}{100} = 1,249 \ \% \ W.$$

Die Füllmasse hatte	Z 86,4	Nz 7,8	W 5,8	%
im Rohzucker sind	Z 71,509	Nz 2,042	W 1,249	„ enthalten.
Den Syrup bilden	Z 14,891	Nz 5,758	W 4,551	Gewichtsth.

Seine procentische Zusammensetzung muss daher nach dem unter 6 gegebenen Beispiel berechnet = Z 59,14 Nz 22,86 W 18,0 % sein, denn 25,18 Theile Syrup enthalten 14,891 Theile Zucker, folglich 100 Syrup = $\frac{14,891 \times 100}{25,18}$ = 59,14 %

In gleicher Weise werden Nichtzucker- und Wassergehalt berechnet.

Der Quotient des Ablaufsyrups ist = 72,1 Einheiten. Denselben Quotienten muss die Füllmasse II. Produkts aufweisen, wenn von der in diesem Fall ziemlich unbedeutenden Zuckerzerstörung abgesehen wird.

II. Berechnung der Füllmasse II. Produkts.

Wieviel Kubikmeter Füllmasse II. Produkts müssen aus den 3723 Mctr Füllmasse entstanden sein, wenn wir annehmen,

dass der Ablaufsyrup auf eine Füllmasse von 12 % Wassergehalt verkocht wurde, und welche Zusammensetzung muss die letztere haben?

Von 100 Theilen Füllmasse gingen 14,891 Theile Zucker und
5,758 „ Nichtzucker
mithin 20,649 Theile Trockensub.

in den Syrup. 3723 Mctr Füllmasse liefern somit

$$\frac{3723 \times 20,65}{100} = \sim 768 \text{ Mctr Trockensubstanz,}$$

welche in die Füllmasse II. Produkts übergehen. Bei einem Gehalt von 12 % Wasser muss diese nach Gleichung V ein Gewicht von

$$\frac{768 \times 100}{88} = 872 \text{ Metercentnern}$$

haben. Das specifische Gewicht der Masse ist bei 88 Brix = ~ 1,47. Die erhaltenen 872 Mctr nehmen somit einen Raum ein von

$$\frac{872}{10 \times 1,47} = 59,3 \text{ cbm.}$$

Wenn die Fabrik ihr II. Produkt nicht vor achtwöchentlicher Krystallisationsdauer schleudern will, so muss sie bei einer derartigen Verarbeitung einen Füllraum für ~ 480 cbm II. Produkt haben.

Man kann annehmen, dass im grossen Durchschnitt bei 10 000 kg stündlicher Rübenverarbeitung und 20stündiger Arbeitsdauer täglich ~ 5 cbm Füllmasse II. Produkts erhalten werden.

Die Berechnung der Zusammensetzung der Füllmasse aus der des Ablaufsyrups erfolgt nach 7. Der Ablauf hatte bei 18 % Wasser: 59,14 % Zucker und 22,86 % Nichtzucker, folglich enthält die Masse bei 12 % Wassergehalt

82 : 59,14 = 88 : x = 63,46 % Zucker
82 : 22,86 = 88 : x = 24,54 % Nichtzucker
12,00 % Wasser
100,00

Welche Ausbeute wird die Füllmasse II. Produkts vom Quotienten 72,1 ergeben, wenn der geschleuderte Nachprodukt-

zucker eine Polarisation von 92,6 bei 3 % Wassergehalt, somit einen Quotienten von 95,25 Einheiten hat, und der Quotient des Ablaufsyrups = 64 Einheiten ist?

Die Berechnung erfolgt nach Gleichung XVII.

$$x = 100 \frac{88\ (72,1 - 64)}{97\ (95,25 - 64)} = 23,51\ \%.$$

Welches Gewicht an Zucker II. Produkts muss sich aus der Verarbeitung von 26 000 Mctr Rüben ergeben und wieviel Procent des chemisch reinen Zuckers der Füllmasse I. Produkts sind im II. Produktzucker enthalten?

Die aus der Rübenverarbeitung erzielte Füllmasse II. Produkts hatte ein Gewicht von 872 Mctr. Die Ausbeute an Zucker aus 100 Füllmasse beträgt 23,51 %, folglich sind aus der ganzen Füllmasse zu erhalten

$$\frac{872 \times 23,51}{100} = \sim 205,0 \text{ Metercentner Zucker.}$$

Das II. Produkt hat einen Zuckergehalt von 92,6 %. Es werden mithin $\frac{205,0 \times 92,6}{100} = \sim 189$ Metercentner chemisch reiner Zucker als II. Produktzucker gewonnen.

Aus 3723 Metercentner Füllmasse I. Produktes sind somit 189 Mctr chemisch reiner Zucker als II. Produkt auszubringen. Dies entspricht 5,07 %, denn 3723 : 189 = 100 : x = 5,07.

Welche Zusammensetzung muss der Ablaufsyrup vom II. Produkt haben?

Die Füllmasse II. Produkts bestand aus:

Z 63,46 Nz 24,54 W 12,0 %

Davon ab Z 21,77 Nz 1,03 W 0,7 % die in 23,51 Theilen Zucker enthalten sind.

Es gehen Z 41,69 Nz 23,51 W 11,3 Gewichtstheile in den Ablaufsyrup, dessen Zusammensetzung sich nach 6 berechnet

$$\frac{41,69 \times 100}{76,5} = 54,5\ \%\ Z \qquad \frac{23,51 \times 100}{76,5} = 30,7\ \%\ Nz$$

$$100 - (54,5 + 30,7) = 14,8\ \%\ W.$$

Indirekte Berechnung des Gewichtes und der Zusammensetzung der Füllmasse I. Produkts aus Rohzucker und Füllmasse II. Produkts.

Bei der modernen Sudmaischenarbeit ist es unmöglich, das Gewicht der Füllmasse I. Produkts durch einfaches Wiegen derselben festzustellen. Man ermittelt dasselbe alsdann, wenn man die im Rohzucker I. Produkts und in der durch Ausmessen festgestellten Füllmasse II. Produkts erhaltenen Gewichtsmengen an Trockensubstanz addirt und nun auf den Wassergehalt der analysirten Füllmasse I. Produkts umrechnet.

In unserem Beispiel werden 2785 Mctr. Rohzucker I. Produktes von 1,67 % Wasser —, mithin 98,33 % Trockensubstanzgehalt gewonnen. Der Rohzucker enthält daher $\frac{2784 \times 98,33}{100} = \sim 2737,5$ Mctr Trockensubstanz. Sodann wurden 59,3 cbm Füllmasse II. Produkts von 88,0 Brix, also 872 Mctr Füllmasse erhalten, welche $\frac{872 \times 88}{100} = \sim 767,5$ Mctr Trockensubstanz entsprechen. Im Ganzen wurden somit 2737,5 + 767,5 = 3505 Metercentner Trockensubstanz gewonnen.

Ist der Wassergehalt der Füllmasse I. Produkts = 5,8 %, ihr Gehalt an Trockensubstanz somit = 94,2 %, so entsprechen die 3505 Mctr Trockensubstanz einem Gewicht von ~ 3721 Mctr Füllmasse I. Produkts, denn nach dem unter 5 gegebenen Beispiel ist

$$\frac{3505 \times 100}{94,2} = \sim 3721.$$

Die Differenz beträgt in diesem Falle 3723 — 3721 = 2,0 Metercentner. In der Praxis gestaltet sich die Differenz selbstverständlich höher. Trotzdem ist die Methode sehr anempfehlenswerth, da beim direkten Wiegen der Füllmasse auch Unterschiede von 1 bis 2 % häufig sind.

Ganz ähnlich wie das Gewicht der Füllmasse I. Produkts lässt sich nun auch die Zusammensetzung derselben aus derjenigen des ausgebrachten Rohzuckers und der Füllmasse

II. Produkts durch Rückberechnung finden. 2784 Mctr Rohzucker I. Produkts von 95,6 % Zucker und 2,73 % Nichtzucker enthalten $\frac{2784 \times 95,6}{100} = \sim$ 2661 Mctr Zucker und

$$\frac{2784 \times 2,73}{100} = \sim 76 \text{ Mctr Nichtzucker.}$$

Andererseits enthalten 872 Metercentner Füllmasse II. Produkts von 63,46 % Zucker und 24,54 % Nichtzucker

$$\frac{872 \times 63,46}{100} = \sim 553 \text{ Mctr Zucker und}$$

$$\frac{872 \times 24,54}{100} = \sim 214 \text{ „ Nichtzucker.}$$

Im Ganzen wurden somit erhalten:

Im Rohzucker =	2661 Mctr Zucker und		76 Mctr Nichtz.	
In d. Füllm. II. Prod. =	553 „ „ „		214 „ „	
	3214 Mctr Zucker und		290 Mctr Nichtz.	

Hieraus berechnet sich der Quotient der Füllmasse I. Produkts, in welcher die obigen Massen ursprünglich enthalten waren, zu 91,7 Einheiten, denn 3505 : 3214 = 100 : x = 91,7.

Die Differenz beträgt hierbei nur 0,1 %, da der Quotient = 91,6 war.

III. Berechnung der Füllmasse III. Produkts.

Der Ablaufsyrup vom II. Produkt hatte nachstehende Zusammensetzung: Z 54,50 Nz 30,7 W 14,8 %.

Wird derselbe zu Füllmasse von 10 % Wassergehalt verkocht, so berechnet sich die Zusammensetzung nach 7 zu

Z 57,60 Nz 32,4 W 10,0 %.

Aus 872 Mctr II. Produktfüllmasse wurden 205 Mctr Nachprodukt geschleudert. Der Rest von 567 Mctrn bildet den Ablaufsyrup von 85,2 % Trockensubstanz = ∼ 569 Mctr, welche

$$\frac{569 \times 100}{90} = \sim 632 \text{ Mctr}$$

Füllmasse III. Produkts von 10 % Wassergehalt liefern.

Welche procentische Ausbeute an Rohzucker III. Produkts muss die Füllmasse ergeben, wenn die Polarisation des daraus geschleuderten Zuckers = 89,0 ist und die Melasse einen Quotienten von 60 Einheiten aufweist?

Wir denken uns nach Gleichung XIII die Füllmasse zerlegt in Krystallzucker von 100 Polarisation und Syrup von 60 Quotient.

Die Zusammensetzung der Füllmasse ist: Z 57,60 Nz 32,40 W 10,0 %.

Der gesammte Nichtzuckergehalt derselben geht in die Melasse von 60 Quotient. Zur Syrupbildung sind sonach $\frac{32,4 \times 60}{40} = 48,6$ Theile Zucker erforderlich und der Krystallzuckergehalt beträgt alsdann

$$57,6 - 48,6 = 9,0\ \%.$$

Um die weitere Berechnung nach Gleichung XVIII durchführen zu können, müssen wir die Polarisation des bei der Zerlegung der Füllmasse im obigen Sinne entstehenden Ablaufsyrups kennen.

Füllmasse: Z 57,60	Nz 32,40	W 10,0	%
Ab Krystallzucker: Z 9,0			
Den Syrup bilden: Z 48,60	Nz 32,40	W 10,0	Gewichtsth.

Daraus berechnet sich die Polarisation des Syrups nach 6 zu

$$\frac{48,60 \times 100}{91,0} = 53,4\ \%.$$

Setzen wir die nunmehr bekannten Werthe in Gleichung XVIII ein, so erhalten wir die Syrupmenge von 53,4 Polarisation, welche die 9 Theile Krystallzucker in Rohzucker von 89 Polarisation verwandelt, zu 2,78 Theilen, denn

$$S = 9\,\frac{100 - 89}{89 - 53,4} = 2,78.$$

Wir prüfen die Rechnung auf ihre Richtigkeit, indem wir den in 2,78 Syrup enthaltenen Zucker zum Krystallzucker, also zu 9 addiren und andererseits den entstandenen Rohzucker, also 9 + 2,78 = 11,78 mit 89 Polarisation in Rechnung setzen. In beiden Fällen muss dasselbe Resultat erhalten werden.

2,78 Syrup von 53,4 % Zuckergehalt entsprechen

$$\frac{2,78 \times 53,4}{100} = \sim 1,48 \text{ Theilen Zucker.}$$

9,0 Krystallzucker + 1,48 = 10,48 Theile chem. rein. Zuckers. Andererseits sind 11,78 Theile Rohzucker von 89 % Zuckergehalt

$$\frac{11,78 \times 89}{100} = 10,48 \text{ Theile chemisch reinen Zuckers.}$$

---

100 Füllmasse III. Produkts ergeben eine Ausbeute von 11,78 % Nachproduktzucker. 632 Metercentner müssen demnach $\frac{11,78 \times 632}{100} = \sim 74,4$ Mctr ausliefern. Da die Polarisation des Nachproduktes = 89 % ist, so werden $\frac{74,4 \times 89}{100}$ $= \sim 66,2$ Mctr chem. reinen Zuckers in Form von III. Produkt ausgebracht. Der Rest von 632 — 74,4 = 557,6 Mctr bildet die Melasse von 53,4 Polarisation. In derselben sind daher $\frac{557,6 \times 53,4}{100} = \sim 297,8$ Mctr chem. reinen Zuckers enthalten.

Aus 3723 Mctrn Füllmasse I. Produkt erhalten wir somit 66,2 Mctr chem. reinen Zuckers in Form von III. Produkt, entsprechend

$$3723 : 66,2 = 100 : x = \sim 1,8 \%$$

und 297,8 Mctr in der Melasse, somit

$$3723 : 297,8 = 100 : x = \sim 8,0 \%.$$

Zusammenstellung.

Auf Füllmasse berechnet gestaltet sich das Verhältniss der in den verschiedenen Produkten ausbringbaren Mengen an chemisch reinem Zucker folgendermassen:

Die Füllmasse enthielt 86,4 % Zucker. Davon sind ausbringbar:

Im I. Produkt	=	71,48	%
„ II. „	=	5,10	„
„ III. „	=	1,80	„
in der Melasse	=	8,00	„

Da die gewonnenen 3723 Mctr Füllmasse aus der Verarbeitung von 26 000 Mctrn Rüben stammen, so sind, auf Rüben berechnet, zu erhalten:

Im I. Produkt

26 000 : 3723 = 71,48 : x = 10,24 % chem. rein. Zucker.

Im II. Produkt	= 0,73	„	„	„	„
„ III. „	= 0,26	„	„	„	„
in der Melasse	= 1,13	„	„	„	„

26 000 Metercentner verarbeiteter Rüben ergeben:

Rohzucker	I. Produkts	= 2784 Mctr	=	10,708 %
„	II. „	= 205 „	=	0,790 „
„	III. „	= 75 „	=	0,290 „
		Insgesammt	=	11,788 %

Zur Produktion von 1 Mctr Rohzucker aller Produkte sind somit erforderlich $\frac{100}{11,788} = \sim 8,5$ Mctr Rüben.

Ausserdem werden 557,6 Metercentner Melasse gewonnen = 2,14 %.

Wie im obigen Beispiel die aus der Verarbeitung einer Woche stammenden verschiedenen Produkte berechnet sind, so kann man auf gleicher Grundlage auch die im Laufe der ganzen Campagne entstehenden Produktmengen auf rein theoretischem Wege, lediglich aus der Zusammensetzung der wöchentlichen Durchschnitte, durch Rechnung erhalten.

Zum Schluss sei hier eine von Dr. Claassen angewendete Methode zur Rückberechnung des Quotienten der Füllmasse I. Produkts aus den Mengen der ausgebrachten Produkte und ihrer Zusammensetzung mitgetheilt, welche als ein hervorragendes Hilfsmittel der rechnerischen Betriebscontrole bezeichnet werden muss.

Auf Rüben berechnet sind zu gewinnen: 10,708 % I. Produkt, 0,790 % II., 0,290 % III. Produkt und 2,14 % Melasse.

Die chemische Zusammensetzung der Produkte ist folgende:

I. Produkt	Z 95,6	Nz 2,73	W 1,67	%
II. „	Z 92,6	Nz 4,4	W 3,0	„
III. „	Z 89,0	Nz 7,7	W 3,3	„
Melasse	Z 53,4	Nz 35,6	W 11,0	„

Wir erhalten, auf Rüben berechnet, im I. Produkt

$$\frac{10,708 \times 95,6}{100} = 10,237 \text{ \% Zucker und}$$

$$\frac{10,708 \times 2,73}{100} = 0,2923 \text{ \% Nichtzucker.}$$

Berechnet man die anderen Produkte in gleicher Weise und addirt nun die in allen Produkten ausgebrachten Mengen an Zucker und Nichtzucker, so muss sich aus der Gesammttrockensubstanz und ihrem Gesammtzuckergehalt der Füllmassequotient I. Produkts finden lassen, indem man ja durch Vermischen der Trockensubstanzen aller Produkte in obigem Verhältniss die trocken gedachte Füllmasse I. Produkts erhalten müsste.

Die Durchführung der Rechnung ergiebt:

I. Produkt	=	10,237 %	Zucker,	0,293 %	Nichtzucker
II. „	=	0,730 „	„	0,035 „	„
III. „	=	0,250 „	„	0,022 „	„
Melasse	=	1,142 „	„	0,762 „	„
Zusammen	=	12,359 %	Zucker,	1,112 %	Nichtzucker.

An Trockensubstanz sind demnach zu gewinnen:

	12,359 %	Zucker und
	1,112 „	Nichtzucker
Zusammen =	13,471 %	Trockensubstanz

Hieraus berechnet sich der Quotient der Füllmasse I. Produkts zu 91,7 Einheiten, denn

$$13,471 : 12,359 = 100 : x = 91,7.$$

Die ursprüngliche Füllmasse wies einen Quotienten von 91,6 Einheiten auf. —

Lässt man in der obigen Rechnung die in Gestalt von Melasse gewonnenen Mengen an Zucker und Nichtzucker fort, so findet man den mittleren Quotienten für alle festen Zuckerprodukte zusammengenommen zu $\sim$ 97,0 denn

$$11,567 : 11,217 = 100 : \sim 97,0.$$

Nimmt man einen mittleren Wassergehalt von 2,5 % an, so berechnet sich die procentische Zusammensetzung eines solchen Durchschnittsproduktes[1]) zu 94,5 % Zucker, 3,0 %

[1]) In Verbindung mit Gleichung XVII benutzt man die Zusammensetzung dieses Durchschnittszuckers zur Werthbestimmung schwimmender Produkte, d. h. der in den Säften und Füllmassen enthaltenen Mengen an Rohzucker.

Nichtzucker, 2,5 % Wasser, denn

$$100 : 97 = 97,5 : x = 94,5.$$

Hieraus lässt sich dann vermittelst der praktischen Rendementsbestimmung die aus 100 Theilen Rüben ausbringbare Menge an weisser Consumwaare annähernd berechnen.

Berechnung eines Raffineriebetriebes.

In ganz ähnlicher Weise, wie wir die Zusammensetzung der verschiedenen Produkte und die Ausbeuten aus der Rohzuckerfüllmasse fanden, muss sich nun auch der Betrieb einer Raffinerie durch einfache Schlussfolgerungen aus der Qualität und Quantität des eingeführten Rohmaterials und durch die Einführung einiger allgemeinen Werthe in unsere Gleichungen berechnen lassen. Eine wesentliche Aenderung wird aber durch den Umstand veranlasst, dass die während des Verkochens zerstörten Zuckermengen Berücksichtigung finden müssen.

Der Rohzucker unterscheidet sich nur dadurch von der Füllmasse, dass letztere eine bedeutend grössere Menge Grünsyrup enthält, welche ihr die halbflüssige Consistenz ertheilt. Beim Centrifugiren der Rohzuckerfüllmasse zerfällt dieselbe in krystallisirten Rohzucker und einen Syrup, dessen Zusammensetzung ziemlich constant ist und einen Quotienten von 70 bis 73 Einheiten aufweist. Ein Theil dieses Grünsyrups bleibt aber, wenn nicht besondere Massnahmen getroffen werden, auf den Krystallen haften. Bei normalem Rohzucker bestehen die Krystalle selbst aus fast chemisch reinem Zucker, der als Rohrzucker oder Saccharose bezeichnet wird. Die gelbliche Färbung, sowie der den Rohzucker charakterisirende Nichtzuckergehalt, leitet sich lediglich aus der das Korn umgebenden dünnen Schicht von Grünsyrup ab. Dass dies in der That der Fall ist, lehrt uns ein einfacher Versuch. Bringt man nämlich den Rohzucker in einen mit loser Watte leicht verstopften Trichter und giesst nun auf den

Zucker eine gesättigte reine Zuckerlösung von etwa 67—68 % Zuckergehalt, so verdrängt dieselbe allmählich den den Krystallen anhaftenden Syrup und es bleiben fast weisse Krystalle im Trichter zurück, während der ablaufende Syrup die vorwiegende Menge des Nichtzuckers und, wie uns seine Färbung erkennen lässt, auch der Farbkörper mechanisch mit sich führt. Zeigen die Krystalle nach genügendem Aufguss an sich eine gelbliche Färbung, so ist der Rohzucker nicht als I. Produkt zu betrachten und entsprechend geringer zu bewerthen.

Die Operation der Trennung des Syrups von den Krystallen nennt der Raffinadeur das Decken und falls dieselbe speciell zur Verfeinerung des in den Betrieb eingehenden Rohzuckers Anwendung findet, das „Affiniren" des Rohzuckers. Im Betriebe führt man das Affiniren gewöhnlich in Centrifugen aus, in welche der mit irgend einem Syrup aufgemaischte Rohzucker mittelst der Breikutsche gebracht wird. Das Decken erfolgt dann auf der in vollem Lauf befindlichen Centrifuge und zwar wendet man als Deckklärsel einen dem Betriebe entnommenen fast gesättigten Syrup oder auch eine Wasserdecke resp. Dampfdecke an.

Der hierbei verwendete Decksyrup kann nur dann eine reinigende Wirkung ausüben, wenn er eine höhere Reinheit besitzt als der dem Rohzucker anhaftende Syrup. Bei der Wasser- oder Dampfdecke finden grössere Verluste an krystallisirtem Zucker statt, indem sich das Wasser oder der condensirende Dampf mit Zucker sättigen. Andererseits ist aber zu beachten, dass man beim Decken mit Syrup bereits gelösten Zucker zur Verwendung bringt, welcher allerdings einen geringeren Werth hat als der durch das Wasser gelöste Antheil des Krystallzuckers.

Die Affination ermöglicht es dem Raffinadeur, schon beim Eingange des Rohmaterials in den Betrieb eine Scheidung desselben in hochwerthigen Krystallzucker und einen Syrup herbeizuführen, welcher direkt auf Nachprodukte verarbeitet werden kann. Man vermeidet so den Uebelstand, dass die gesammten Nichtzucker auch in die ersten Produkte gelangen und die Qualität derselben in ungünstiger Weise beeinflussen, denn gerade die die Farbkörper enthaltenden Bestandtheile

des Syrups geben beim Verkochen in alkalischem Zustande Veranlassung zu weiterer starker Färbung.

Nach dem Steffen'schen Waschverfahren geschieht das Affiniren in den sogenannten Wannen, d. h. mit Siebböden versehenen, oben offenen Behältern, in welche der Rohzucker geschüttet und mit einer Reihe von gesättigten Waschsyrupen, deren Reinheit allmählich zunimmt, systematisch ausgedeckt wird. Immerhin ist dasselbe kein Raffinir-, sondern nur ein Affinirverfahren.

Die für die Steffenwäsche erforderlichen Decksyrupe befinden sich in dem sogenannten Zellenapparat. Derselbe ist ein offener grosser kreisrunder Behälter aus starkem Eisenblech, welcher durch radial gestellte Scheidewände in so viel Abtheilungen (Zellen) getheilt ist als Decken angewendet werden sollen.

Die Zusammensetzung der verschiedenen Syrupe gestaltet sich etwa in folgender Weise:

	Brix	% Zucker	Quotient
Zelle 1.	76,2	53,2	69,8
2.	75,8	53,9	70,9
3.	75,4	54,6	72,4
4.	75,0	55,3	73,7
5.	74,2	56,0	75,5
10.	72,2	59,2	82,0
15.	70,2	62,2	88,6
20.	68,2	65,2	95,6
27.	67,6	66,4	98,5

Die Zusammensetzung der nicht aufgeführten Zellsyrupe bewegt sich innerhalb der angegebenen Grenzwerthe. Zum Schluss werden alsdann noch einige Deckklären von 67,5 Brix und 99,6 Quotient aufgegeben. Siehe: „Deutsche Zuckerindustrie" Jahrgang 1893 No. 9 Seite 371 u. f. „Das Steffen'sche Waschverfahren."

Betrachten wir einen Rohzucker von 95,6 Polarisation, 1,2 % Asche, 1,44 % Nichtzucker und 1,76 % Wasser zusammengesetzt aus Krystallzucker und einem Grünsyrup von 70 bezugsweise 71, 72 und 73 Quotient, so finden wir, da der

Gesammtnichtzuckergehalt 2,64 % beträgt, seinen Gehalt an Krystallzucker nach Gleichung XIII.

Derselbe ist bei einem Quotienten von

$$70 \text{ Einheiten} = 95,6 - \frac{2,64 \times 70}{100} = 93,752$$

$$71 \quad " \quad = 95,6 - \frac{2,64 \times 71}{100} = 93,725$$

bei 72 = 93,7 und bei 73 = 93,4628 %.

Ein Rohzucker ist demnach unter sonst gleichen Umständen um so besser, je geringer der ihm anhaftende Syrup ist. Sinkt der Quotient des letzteren aber unter 70 Einheiten, so tritt leicht der Fall ein, dass der Zucker nicht mehr weiss, sondern gelblich ist, indem der Krystall an seinen oberen Schichten Farbstoffe einschliesst.

Eine derartige Zerlegung des Rohzuckers ist leider nur in der Theorie möglich. In der Praxis gewinnt man weder chemisch reine Saccharose im Krystallzucker, noch Syrup von so niedrigem Quotienten. Die resultirenden Decksyrupe haben meist einen Quotienten von 75 bis 76, während der affinirte Zucker noch 0,1 bis 0,2 % Salze und die entsprechende Menge, also in unserem Beispiel etwa 0,12 resp. 0,24 % organischen Nichtzuckers enthalten wird, denn wenn wir mit Sidersky annehmen, dass der Krystallzucker an sich aschenfrei ist, so kann ein Aschengehalt des affinirten Zuckers nur aus kleinen Syrupmengen stammen, und sein Verhältniss zwischen Asche und organischem Nichtzucker wird dasselbe sein, wie beim Rohzucker, der zur Affination gelangte.

Nehmen wir an, der affinirte Zucker habe bei einer Polarisation von 98,1 noch 0,15 % Salze, so wird sein Gehalt an org. Nichtzucker = 0,18 %, sein Wassergehalt aber = 1,57 % sein und sein Quotient = ~ 99,6. Ist der Quotient des Rohzuckers = 97,31, derjenige des Ablaufsyrups = 76 Einheiten, so finden wir die Schleuderausbeute aus 100 Theilen Rohzucker, welche in den Betrieb gelangen, nach Gleichung XVII zu 90,12 % denn

$$x = 100 \frac{98,24\ (97,31 - 76,0)}{98,43\ (99,6 - 76,0)} = 90,12\ \%.$$

Diese 90,12 Theile affinirten Zuckers werden, da der procentische Gehalt an Wasser = 1,57 ist, 1,415 Theile Wasser enthalten, denn

$$100 : 1{,}57 = 90{,}12 : x = 1{,}415.$$

Fernerhin werden sie 90,12 — 1,415 = 88,705 Trockensubstanz enthalten, welche, da der Quotient des affinirten Zuckers = 99,6 Einheiten ist, aus 88,35 Theilen Zucker und 0,355 Theilen Nichtzucker bestehen müssen. Nach Gleichung III ist nämlich

$$Z = \frac{88{,}705 \times 99{,}6}{100} = 88{,}35.$$

Löst man den so affinirten Zucker unter Zusatz von ein wenig Kalk zu einem Klärsel von 60 % Trockensubstanz und 40 % Wassergehalt, so werden zur Lösung von 90,12 Theilen Zucker etwa 60 Theile erforderlich sein, denn 60 : 40 = 90,12 : x = 60,0.

100 Theile verarbeiteten Rohzuckers ergeben mithin eine Klärselmenge von 90 + 60 = 150,0 Theilen.

Die procentische Zusammensetzung desselben muss nach Gleichung III folgende sein:

Z 59,76 Nz 0,24 W 40 %, denn

$$Z = \frac{60 \times 99{,}6}{100} = 59{,}76 \text{ u. s. w.}$$

Wird dieses Klärsel nach stattgehabter Filtration im Vacuum auf Füllmasse verkocht, welche 7 % Wassergehalt hat und wobei eine Zuckerzerstörung von 0,4 % eintreten möge, so werden aus 88,705 Theilen Trockensubstanz nach Gleichung V $\frac{88{,}705 \times 100}{93}$ = 95,38 Theile Füllmasse entstehen, während infolge der Zuckerzerstörung der Quotient von 99,6 auf etwa 99,2 Einheiten fallen muss, denn aus 88,35 Theilen Zucker werden $\frac{88{,}35 \times 0{,}4}{100}$ = 0,3534 Theile Zucker verändert Aus 88,35 Zucker entstehen daher etwa 88,0 Theile und der gesammte Nichtzucker nimmt naturgemäss um ∾ 0,35 zu. Die Gesammttrockensubstanz erfährt durch diese chemische Zersetzung kaum eine Aenderung und wir erhalten demnach 88,705 : 88 = 100 : x = 99,2.

100 Theile verarbeiteten Rohzuckers ergeben somit 95,38 % Füllmasse von 99,2 Reinheit, welche wir als I. Raffinade-Füllmasse bezeichnen wollen. Die procentische Zusammensetzung derselben muss folgende sein:

Z 92,25 Nz 0,75 W 7,0 %,

denn nach Gleichung III ist

$$Z = \frac{93,0 \times 99,2}{100} = 92,25 \text{ u. s. w.}$$

Nehmen wir an, die Füllmasse sei in Brodeformen ausgefüllt, und der nach stattgefundener Erstarrung der Füllmasse ablaufende Grünsyrup weise einen Quotienten von 97,5 auf, so lässt sich die Füllmasse zerlegt denken in Krystallzucker von chemischer Reinheit und den betreffenden Syrup. Nach Einsetzung der Werthe in Gleichung XIII finden wir:

$$K = 92,25 - \frac{0,75 \times 97,5}{100 - 97,5} = 92,25 - 29,25 = 63,0 \%.$$

100 Theile Füllmasse I. Raffinade geben folglich 63 % weissen Zuckers.

Da 100 Rohzucker, wie wir oben sahen, 95,38 % Füllmasse lieferten, so erhalten wir aus 100 Rohzucker

$$\frac{95,38 \times 63,0}{100} = 60,0894 \%$$

Saccharose in der I. Raffinade.

Von den 88,0 Theilen des in der I. Raffinadefüllmasse enthaltenen Zuckers gehen

$$88,0 - 60,0894 = 27,0116$$

Theile Zucker in den Grünsyrup, welcher mit Wasser bis auf 60 ⁰ Brix verdünnt, nach Zusatz von etwas Kalk einer nochmaligen Filtration unterworfen und auf II. Raffinadefüllmasse verkocht werde. Findet hierbei wiederum eine Zuckerzerstörung von 0,4 % statt, so werden, auf Rohzucker berechnet, $\frac{27,0116 \times 0,4}{100} = \sim 0,1$ % Zucker verändert und wir erhalten in der Füllmasse:

26,9116 Theile Zucker,
0,3550 „ Nichtzucker aus dem Rohzucker,
0,3500 „ Nichtzucker aus dem beim Verkochen der I. Füllmasse,
0,1000 „ Nichtzucker aus dem beim Verkochen der II. Füllmasse zerstörten Zucker.

mithin 27,7166 Theile Trockensubstanz, welche einen Quotienten von etwa 97,1 Einheiten besitzt, denn

$$27{,}7166 : 26{,}9116 = 100 : 97{,}1.$$

Nehmen wir für diese Füllmasse wiederum einen Wassergehalt von 7 % an, so entstehen aus 27,7166 Theilen der im Klärsel der II. Raffinade enthaltenen Trockensubstanz

$$\frac{27{,}7166 \times 100}{93} = \sim 27{,}80$$

Theile Füllmasse II. Raffinade, welche bei einem Quotienten von 97,1 Einheiten folgende procentische Zusammensetzung haben muss: Z 90,30 Nz 2,70 W 7,00 %, denn nach Gleichung III ist $\frac{97{,}1 \times 93{,}0}{100} = 90{,}30$ u. s. w.

Wird diese Füllmasse wie diejenige der I. Raffinade behandelt, nämlich in Brodformen ausgefüllt, und weist der ablaufende Grünsyrup einen Quotienten von 93,0 Einheiten auf, so giebt die Füllmasse, wie oben berechnet 54,43 % Ausbeute an Krystallzucker, denn

$$90{,}30 - \frac{2{,}70 \times 93}{100 - 93} = 54{,}43.$$

Da wir aus 100 Theilen Rohzucker 29,80 % II. Raffinadefüllmasse erhielten, so werden daraus

$$\frac{29{,}80 \times 54{,}43}{100} = 16{,}22\ \%$$

Saccharose in Form von II. Raffinade zu erhalten sein.

In den Ablauf gehen mithin:

26,9166 — 16,22 = 10,6966 Theile Zucker und
0,8050 „ Nichtzucker,

insgesammt = 11,5016 Theile Trockensubstanz, welche einen Quotienten von 93,0 Einheiten besitzt, denn

$$11{,}5016 : 10{,}6966 = 100 : x = 93{,}0.$$

Auch dieser Ablauf werde auf 60 Brixgrade verdünnt und wie die vorhergehenden behandelt.

Wenn wir den Quotienten des so erhaltenen Klärsels, welches wir als II. Melis - Klärsel bezeichnen wollen, einer näheren Betrachtung unterziehen, so bemerken wir, dass derselbe sich der Reinheit von Rohdicksäften nähert. Wir werden also zu untersuchen haben, ob wir nicht mit Vortheil die aus der Nachproduktenverarbeitung stammenden festen Zucker in dieses Klärsel als Einwurf einführen könnten.

Die Zusammensetzung eines II. Produkts, welches den aus dem III. Produkt ausbringbaren Zucker einschliesst, und vermittelst Krystallisation in Bewegung erhalten wird, indem man III. Produktzucker der blank gekochten Füllmasse II. Produkts einimpft, ist im grossen Durchschnitt etwa folgende: Z 91,5 Nz 5,5 W 3,0 %.

Der Quotient dieses Nachprodukts ist = 94,33 Einheiten denn 97,0 : 91,5 = 100 : 94,33.

Wir sehen somit, dass wir rücksichtlich des Quotienten die Verarbeitung eines derartig zusammengesetzten Produkts ohne Frage mit der des II. Melisklärsels werden combiniren können, da wir die Reinheit des letzteren mit 93 Einheiten durch das in Lösung zu bringende Nachprodukt mit 94,3 Quotient nicht verschlechtern, sondern im Gegentheil aufbessern können. Da überdies solche durch Krystallisation in Bewegung erhaltenen Produkte auch in der Färbung und im Rendement mit dem II. Melisklärsel annähernd übereinstimmen, so liegt absolut kein Grund vor, diese Combination nicht vorzunehmen.

Von den in 100 Theilen verarbeiteten Rohzuckers enthaltenen Bestandtheilen, nämlich

	95,60 % Zucker,	2,640 % Nichtzucker,
werden erhalten im affinirten Zucker	88,35 „ „	0,355 „ „

In den Ablauf gehen: 7,25 % Zucker, 2,285 % Nichtzucker und bilden die Füllmasse II. Produkts, aus welcher etwa 4,57 Theile Nachproduktzucker von obiger Zusammensetzung ausholbar sind, wenn man von der Annahme ausgeht, dass die Füllmasse II. Produkts direkt in Melasse von 60 Quotient und einen derartig zusammengesetzten Nachproduktzucker zerlegt werden könnte. Denken wir uns nämlich obige

9,535 Theile Trockensubstanz in Füllmasse von 90 % Trockensubstanz verwandelt, so entstehen daraus $\frac{9{,}535 \times 100}{90}$ = 10,59 Theile Füllmasse II. Produkts vom Quotienten 76. Nach Gleichung XVII giebt dieselbe folgende procentische Ausbeute: $x = 100 \frac{90\ (76 - 60)}{97\ (94{,}33 - 60)} = 43{,}2$ % Nachproduktzucker von 97 % Trockensubstanz und 94,33 Quotient. 10,59 Theile werden sonach $\frac{10{,}59 \times 43{,}2}{100} = \sim 4{,}57$ Theile ergeben.

Diese 4,57 Nachproduktzucker enthalten sodann:

$\frac{4{,}57 \times 91{,}5}{100} = \sim 4{,}18$ Theile Zucker und

$\frac{4{,}57 \times 5{,}5}{100} = \sim 0{,}25$ Theile Nichtzucker

welche zum II. Melisklärsel gelangen. Die Trockensubstanz desselben bilden mithin:

	10,6966	Zucker aus dem Ablauf der II. Raffinade
	4,1800	„ „ „ Nachprodukt
daher	14,8766	Theile Zucker und
	0,805	Nichtzucker aus II. Raffinade,
	0,250	„ aus dem Nachprodukt,
also	1,055	Theile Nichtzucker.

Der Quotient des Klärsels wird demnach = 93,4 Einheiten aufweisen, geht aber beim Verkochen auf ∼ 93 Einheiten zurück, da $\frac{14{,}8 \times 0{,}4}{100} = \sim 0{,}05$ Theile Zucker zerstört werden

Denken wir uns diese Trockensubstanz, welche die II. Melisfüllmasse bildet, zerlegt in Krystallzucker und Melasse von 60 Quotient, so finden wir den letzten aus 100 Theilen Rohzucker ausbringbaren Antheil an weisser Consumwaare.

1,055 Theile Nichtzucker erfordern zur Melassebildung

$$\frac{1{,}055 \times 60}{40} = \sim 1{,}583 \text{ Theile Zucker.}$$

Aus der II. Melisfüllmasse werden alsdann

$$14{,}8766 - 1{,}583 = 13{,}2936$$

Theile weisser Waare auszubringen sein.

Zur Vervollständigung des in grossen Umrissen gegebenen Bildes sei noch bemerkt, dass das Abschiessen der Grünsyrupe aus den Füllmassen auch in den raffinirten Produkten nur theilweis freiwillig erfolgt. Der Rest der den Krystallen anhaftenden Syrupe, welche infolge der Zuckerzerstörung stets mehr oder weniger gelblich gefärbt sind, muss durch gesättigte Zuckerlösungen von rein weisser Farbe, die sogenannte Deckkläre, aus den Füllmassen verdrängt werden.

Zur Verarbeitung von 100 Theilen Rohzucker hat man etwa 25 bis 30 Theile Rohzucker nöthig, welche auf Deckzucker geschleudert oder in anderer Weise affinirt werden.

Die durch das Ausdecken der Füllmassen entstehenden Syrupe kommen, je nach ihrer Färbung, mit den verschiedenen Klärseln zur Verkochung.

Im Allgemeinen sei zu Vorstehendem bemerkt, dass durch Modificationen der Arbeitsmethoden zwar die in den verschiedenen Produkten ausgebrachten Mengen an weisser Waare wohl eine Verschiebung erleiden, dass dadurch andererseits das Gesammtergebniss wesentlichen Aenderungen nicht unterworfen ist, und dass weiterhin auch die Deckarbeit das Endresultat kaum beeinflusst.

Zusammenstellung.

Aus 100 Theilen in den Raffineriebetrieb eingeführten Rohzuckers von 95,6 Polarisation, 1,20 Asche, 1,44 org. Nichtzucker, 1,76 Wasser sind somit an weisser Waare, diese als chemisch reine Saccharose betrachtet, auszubringen:

In I. Raffinade	∾	60,1 %,
„ II. „	∾	16,2 „
„ II. Melis	∾	13,3 „
Insgesammt	∾	89,6 %.

Ausserdem werden ∾ 9,0 bis 10,0 % Melasse von ∾ 60 Quotient gewonnen, sodass der Verlust an Masse ∾ 0,5 bis 1,5 % vom Rohprodukt beträgt.

Die Höhe dieses Massenverlustes ist einmal von der Grösse der mechanischen Verluste, etwa 0,5 %, sodann aber von dem grösseren oder geringeren Wassergehalt des Rohproduktes und der erzeugten Melasse abhängig.



General-Depôt
der
Dichtungsplatte
„JDEAL"
(Original Dr Traun)
Gustav Kleemann
HAMBURG I.





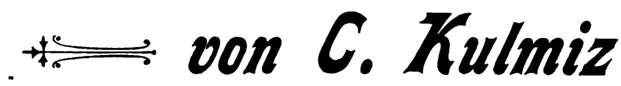






Prämiirt: PARIS 1855 GOLDENE MEDAILLE
PARIS 1855 ERSTER PREIS
München 1855 Paris 1892
goldene Medaille
Chicago
STETTIN 1865
OPORTO
Philadelphia
1876
G. A. Schultze
BERLIN S.O.
Köpenickerstr. 128.
Thermometer für technische Zwecke
SPECIALITÄT:
Alle Sorten von Apparat-Thermometern
für Zuckerfabriken
in
neuer verbesserter Construction.
GEBRAUCHS-MUSTERSCHUTZ № 19189
Breite weithin ablesbare Scala
Grösste Haltbarkeit.
Kein Bruch auf dem Transport,
wofür Garantie geleistet wird.
Probe-Instrumente werden gern
zur Verfügung gestellt.
Sämmtliche Laboratoriums-Gegenstände.
Normal-Saccharometer, Fabrikspindeln
Thermometer zum chemischen Gebrauch.
Abbildungen u. Preisverzeichnisse gratis u. franco.
Länge nach Aufgabe.
ges. geschützt.
ges. geschützt
F. WAGENER X. A. BERLIN

Chamottefabriken



von C. Kulmiz

Gesellschaft mit beschr. Haftung.

Filialfabrik:	Stammfabrik:	Filialfabrik:
Biebrich a. Rh.	**Saarau**	**Halbstadt**
A.-G.	**preuss. Schlesien**	**Nordböhmen.**

gegründet 1850.

Auf zahlreichen Ausstellungen prämiirt.

Complete Kalköfen

mit bewährter Gasfeuerung für Cokes, Steinkohlen, Braunkohlen,
ausgezeichnet durch hohe Leistungsfähigkeit
oder nach **einfacher,** sogenannter **belgischer** Art.

Chamottesteine aller Art.

Chamotte-Façons. *Chamotte-Mörtel.*

Specialsteine für Strontianitöfen
seit 10 Jahren bewährt.

Gas-Retorten, complete Retortenöfen.

Jährliche Leistungsfähigkeit:
80 Millionen Kilo geformte, gebrannte Chamottewaaren.

Stellen auf Wunsch geschulte Ofenmaurer.